

## Prosessiventtiilin ja toimilaitteen yhdistäminen

### Liitososien suunnittelu

Yrjö Lääkkö

Tekniikan yksikön opinnäytetyö  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Koneinsinööri (AMK)

KEMI 2014

## ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa yliopettaja Lauri Kantolaa hyvistä ja kannustavista ohjeista ja kommentteista. Lisäksi haluan kiittää Metso Endress+Hauserin Kemin toimipaikan johtajaa Kari Rimpisaloa yhteistyöstä ja lähdetietojen antamisesta. Kiitän myös kaikkia Metso Endress+Hauserin työntekijöitä auttavaisesta ja positiivisesta suhtautumisesta työtäni kohtaan. Aina, kun kysyin jotain joltakin, sain myös vastauksen.

Lopuksi haluan kiittää perhettäni, erityisesti vaimoani Elliä, kärsivällisyydestä ja kannustavuudesta minua kohtaan työn tekemisen aikana. Erityiskiitos kuuluu pojalleni Arville, joka konsultoi tiivistelmän englanninkielisen osuuden osalta.

## TIIVISTELMÄ

## KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä(t):	Yrjö Lääkkö
Opinnäytetyön nimi:	Prosessiventtiilin ja toimilaitteen yhdistäminen
Sivuja (joista liitesivuja):	46 (13)
Päiväys:	26.5.2014
Opinnäytetyön ohjaaja(t):	Lauri Kantola, diplomi-insinööri
<p>Tässä työssä oli tarkoituksena suunnitella liitososat Brayn kumi- ja teflonvuorattujen läppäventtiilien sekä Metson Neles -sylinteritoimilaitteiden väliin. Lisäksi tavoitteena oli laatia valintataulukko, josta käy ilmi kuhunkin venttiiliin tarvittavat liitososat ja vaihtoehtoiset toimilaitteet. Kolmantena tehtävänä oli laatia selostus prosessiventtiileistä, toimilaitteista ja erilaisista venttiilinohjaimista sekä rajakytkimistä.</p> <p>Aluksi perehdyttiin yritysesittelyihin ja selostukseen prosessiventtiileistä oheislaitteineen, josta muodostuikin melko laaja kokonaisuus. Käsiteltiin erilaisia prosessiventtiileitä, kuten esimerkiksi sulku-, säätö- ja turvaventtiilit. Käytiin läpi erilaisia toimilaitteita, joilla venttiilejä käytetään sekä venttiilinohjaimia ja rajakytkimiä, jotka mahdollistavat prosessien automatisoinnin. Selostus rajattiin koskemaan Metson omia, sisäryitysten tai yhteistyökumppaneiden tuotteita.</p> <p>Varsinainen työ suoritettiin siten, että perehdyttiin kohteena olevien tuotteiden tekniisiin esitteisiin, joiden pohjalta laadittiin työtaulukko tarvittavista holkeista ja välilevyistä. Kuvat piirrettiin toimeksiantajan toivomuksesta AutoCad-suunnitteluohjelmalla. Myöhemmin laadittiin taulukko myös porraskiilojen tarpeita varten. Lopuksi tehtiin liitososien ja toimilaitteiden valintataulukko, jonka avulla kunkin venttiilikoon tarvitsemat liitososat ja toimilaitteet on helppo valita.</p> <p>Työn lopputuloksena toimeksiantaja pyysi lähettämään tarjouspyynnön suunnitelluista liitososista koneistuskonepajalle, joka on Metson yhteistyökumppani.</p>	
Asiasanat: prosessiventtiili, läppäventtiili, toimilaitte, liitososat, valintataulukko	

## ABSTRACT

## LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Mechanical and Production Engineering
Author(s):	Yrjö Lääkkö
Thesis title:	Combining of the Process Valve and Actuator
Pages (of which appendixes):	46 (13)
Date:	26.5.2014
Thesis instructor(s):	Lauri Kantola, Master of Science
<p>The purpose of this study was to design connection parts between the Bray rubber and teflon lined butterfly valves and the Metso Neles cylinder actuators. In addition, the aim was to create a selection table which shows necessary fittings and alternative actuators for each of the valves. The third task was to draw up a description of process valves, actuators and valve guides, as well as a variety of limit switches.</p> <p>At first the company presentations and account of process valves with their peripherals were examined, which became a quite large entity. A variety of different process valves, such as shut-off, control and safety valves were covered. A variety of actuators, by which the valves are used as well as valve controllers and limit switches which allow the automation of processes, were went through. The description was limited to Metso's own, it's subsidiaries or partner companies' products.</p> <p>The actual work was carried out so that the technical data sheets of the subject products were examined, out of which a working table on the necessary sleeves and spacer discs was drawn up. The pictures were drawn at the client's request with the AutoCad design program. Later, a chart was drawn up for the needs of stair wedges. Finally a selection table was made about the fittings and actuators, with which the necessary fittings and actuators every valve size are easy to select.</p> <p>As a result the client asked to send a request for quotation on the designed connection parts to a machining shop, which is a partner of Metso.</p>	
Keywords: process valve, butterfly valve, actuator, fittings, selection table	

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 YRITYSESITTELY .....	7
2.1 Metso Endress+Hauser Oy .....	7
2.2 Metso Oy .....	9
2.3 Endress+Hauser .....	10
2.4 Neles Oy .....	11
3 PROSESSIVENTTIILIT.....	13
3.1 Läppäventtiilit.....	14
3.2 Pallo- ja segmenttiventtiilit.....	16
3.3 Muut venttiilit .....	20
3.3.1 Kiertoistukkaventtiili.....	20
3.3.2 Istukkaventtiili .....	21
3.3.3 Luistiventtiilit.....	23
3.3.3 Letkuventtiilit.....	24
4 TOIMILAITTEET JA ASENNOITTIMET .....	26
4.1 Pneumaattinen sylinteritoimilaite .....	26
4.2 Pneumaattinen kalvotoimilaite .....	28
4.3 Sähkökäyttöinen toimilaite .....	30
4.4 Käsikäyttöinen toimilaite ja käsivipu.....	31
4.4 Asennoittimet ja rajakytkimet.....	32
5 CASE NELES - BRAY.....	40
5.1 Brayn läppäventtiili .....	40
5.2 Väliholkit.....	41
6 POHDINTA.....	44
LÄHTEET .....	45
LIITTEET.....	46

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus suunnitella liitososat Brayn kumi- ja teflonvuorattujen laippaventtiilien ja Metson B-sarjan toimilaitteiden liitokseen. Lisäksi laaditaan taulukko, josta ilmenee Brayn venttiileihin sopivat B1C- ja B1J-toimilaitteet sekä tarvittavat liitososat. B1C-toimilaitteet ovat kaksitoimisia ja B1J-toimilaitteet ovat yksitoimisia ja jousipalautteisia.

Brayn kumi- ja teflonvuoratut läppäventtiilit soveltuvat erinomaisesti esimerkiksi kaivosten lietteiden tai aggressiivisten kemikaalien prosessiventtiiliksi. Putkistot ovat PEH-putkea, koska lietteen ominaisuus on kuluttaa metalliputket ja venttiilit todella nopeasti. Sen vuoksi ei ole järkevää käyttää metallitiivisteisiä haponkestävästä teräksestä valmistettuja läppäventtiileitä, joita Metso myös valmistaa. Brayn läppäventtiilit ovat valurautarunkoisia ja maalattuja ja siten huomattavasti edullisempia verrattuna haponkestävästä teräksestä valmistettuihin Metson läppäventtiileihin.

Liitososat mahdollistavat Metson omien toimilaitteiden käytön Brayn läppäventtiilien kanssa. Niiden avulla voidaan hyödyntää jo olemassa olevaa tuotekantaa ja yhdenmukaistaa käytettäviä toimilaitteita.

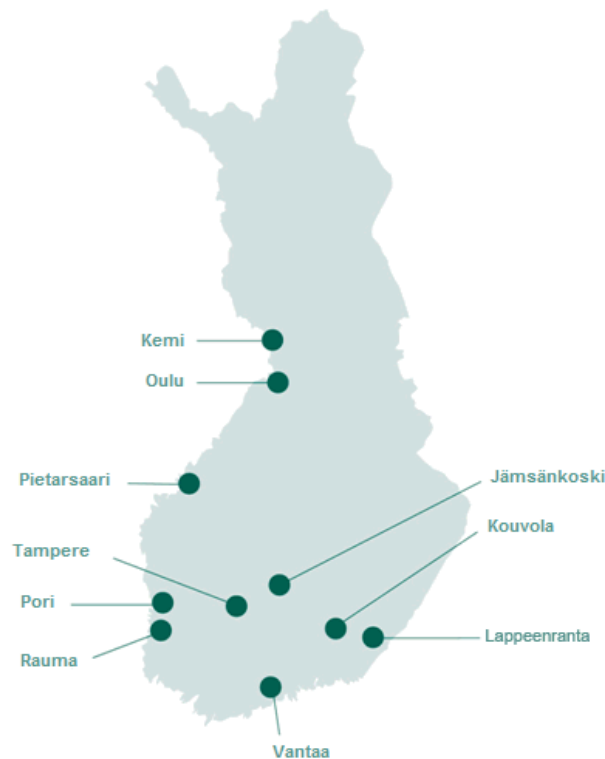
Suunnittelussa käytetään toimeksiantajan toivomuksesta AutoCad-suunnitteluohjelmaa ja Microsoft Officeen Excel -taulukkolaskentaohjelmaa. Lähdemateriaalina käytetään Brayn antamia myyntiesitteitä teknisine tietoineen ja Metson myyntiesitteen teknisiä tietoja. Lisäksi tausta-aineistona hyödynnetään Metson esittelymateriaalia ja verkkosivuja.

Työn toisena tarkoituksena on tarjota sen lukijalle tietoa erilaisista venttiileistä ja niihin liittyvistä toimilaitteista ja ohjaimista. Tämä on rajattu koskemaan Metson omia, sen sisäryitysten tai yhteistyökumppaneiden tuotteita.

## 2 YRITYSESITTELY

### 2.1 Metso Endress+Hauser Oy

Metso Endress+Hauser Oy on suomalaisen Metso Oy:n ja sveitsiläisen Endress+Hauser Oy:n perustama yhteinen myyntiyhtiö, joka toimii pääasiassa Suomessa. Omistus jakautuu siten, että Metso omistaa 90 % ja Endress+Hauser 10 % yhtiöstä. Yhtiö on perustettu vuonna 2001. Yhtiöllä on yhdeksän toimipistettä eri puolilla Suomea ja pääkonttori sijaitsee Vantaalla. Liikevaihto vuonna 2012 oli 42,3 miljoonaa euroa ja henkilöstöä keskimäärin 80. Yhtiöllä on voimassa olevat laatustandardit ISO9001 ja ISO14001. Alla olevaan kuvaan 1 on merkitty ne kaupungit, joissa on Metso Endress+Hauserin toimipiste. (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 10.3.2014)



Kuva 1. Toimipisteet Suomessa (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 10.3.2014).

Myytävät tuotteet ovat suurimmaksi osaksi emoyhtiöiden valmistamia tuotteita, mutta jonkin verran myydään myös muiden yritysten valmistamia tuotteita. Lisäksi myydään erilaisia palveluita teollisuuden tarpeisiin, kuten asiakastuki, huolto- ja elinkaaripalve-

lut, tilausten käsittely ja logistiikka sekä projektointi. Seuraavana on lista tärkeimmistä tuotteista ja palveluista. (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 10.3.2014)

- Neles-venttiilit
- Jamesbury-venttiilit
- MAPAG-venttiilit
- Endress+Hauser-kenttäinstrumentit
- Kajaani sakeus- ja kiintoainemittaukset
- Kemotron-johtokyky mittaukset
- Elinkaaripalvelut kaikille tuoteryhmille

(Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 10.3.2014)

Kemin yksikössä työskentelee yksi Endress+Hauserin työntekijä ja neljä Metson työntekijää. Lisäksi Kemissä toimii Metso Automation PAS (Process Automation Service) läheisessä yhteistyössä Metso Endress+Hauserin kanssa. Kaikki edellä mainitut toimivat samassa kiinteistössä.

Kemin yksikkö huoltaa ja varastoi prosessiventtiilejä lisälaitteineen Pohjois-Suomen teollisuuden ja kaivosten puolesta. Kemin yksiköllä on useita sopimusasiakkaita. Asiakkaat hoitavat venttiilien vaihdot suurimmaksi osaksi itse ja toimittavat ne Kemin Metsolle huoltoon.

Tyypillisimpiä huoltotoimenpiteitä ovat sulkuelimen ja tiivisteiden vaihto sekä toimilaitteen ja asennoittimen kunnostus. Venttiilit myös hiekkapuhalletaan ja maalataan huollon jälkeen, koska ne toimitetaan asiakkaalle uutta vastaavassa kunnossa. Mikäli venttiili on sellaisessa kunnossa, että siitä ei saa huoltamalla uutta vastaavaa, se romutetaan laatujärjestelmän mukaisesti.

Toimilaitteen kunnostuksessa suoritetaan esimerkiksi tiivisteiden, sylinterin ja vivuston vaihtoa. Toimilaitteet puhdistetaan ja/tai hiekkapuhalletaan sekä maalataan huollon jälkeen.



Metson Kemin yksikössä tehdään myös paljon uusia venttiili/toimilaite ”paketteja” asiakkaan tilauksesta. Tyypillisesti paketti koostuu venttiilistä, toimilaitteesta ja älykkäästä venttiilinohjaimesta.

Alun perin Neles-Jamesbury nimellä toiminut Kemin yksikkö on perustettu vuonna 1996 Kari Rimpisalon toimesta. Toimipaikka sijaitsi tuolloin naapurikunnassa Keminmaassa.

Endress+Hauserin tuotevalikoima koostuu erilaisista teollisten prosessien mittauksiin liittyvistä laitteista (ns. instrumentointilaitteet) ja niiden käytön opastuksesta. Asiakas-kunta on huomattavasti monipuolisempi kuin prosessiventtiilien puolella, lisänä esimerkiksi elintarvikepuolen asiakkaita kuten meijereitä ja panimoita. Tavallisimpia mitattavia suureita ovat lämpötila, paine, paine-erot, virtaus, pinta/pinnankorkeus, erilaiset analyysimittaukset kuten esimerkiksi pH, johtokyky, sameus, kiintoainepitoisuus jne. Endress+Hauserin tuotteet ja palvelut täydentävät Metson venttiilien asiakkaiden tarpeiden huomioimista ja parantavat palvelua. (Isometsä 20.3.2014, haastattelu)

## 2.2 Metso Oy

Metso syntyi Rauma-Repolan ja Valmetin yhdistyessä vuonna 1999. Rauma-Repola oli ostanut venttiilien valmistajan Neles Oy:n jo vuonna 1982. Vuonna 1988 Rauma-Repola osti yhdysvaltalaisen Jamesburyn, joka myös valmistaa venttiileitä, ja venttiili-yhtiöt yhdistyivät Neles-Jamesburyksi. Vuonna 1997 Neles-Jamesburyn nimeksi vaihtui Neles Controls. Neles Controls yhdistyi Valmet Automationin kanssa vuonna 1999, jolloin nimeksi tuli Metso Automation, jolla nimellä venttiilitehdas toimii vieläkin. Näiden monien yrityskauppojen myötä Metsosta tuli myös venttiilien valmistaja. Neles on säilynyt venttiilien ja toimilaitteiden tuotenimenä ja brändinä. Neleksen venttiilitehdas sijaitsee Vantaalla Metso Endress+Hauserin pääkonttorin välittömässä läheisyydessä. (Metson www-sivut 2014, hakupäivä 19.3.2014)

Seuraavalla sivulla, kuvassa 2, on Metson uusi venttiilitehdas. Siellä valmistetaan venttiilit, toimilaitteet ja asennoittimet. Lisäksi siellä toimii tuotekehitys, asiakaskoulutus ja paikallinen palvelukeskus.



Kuva 2. Metson uusi venttiilitehdas Vantaalla (Metso Endress+Hauser, 2013, esittelymateriaali).

Metsolla on toimintaa 50 maassa kuudella eri mantereella ja asiakkaita on noin 150 maassa. Konsernin pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Päämarkkina-alueita ovat Eurooppa ja Pohjois- ja Etelä-Amerikka sekä Itä- ja Kaakkois-Aasia. Liikevaihdoltaan suurimpia maita ovat Yhdysvallat, Brasilia, Kiina, Ruotsi ja Australia. (Metson www-sivut 2014, hakupäivä 20.3.2014)

Metson toiminta jakaantuu kahteen segmenttiin, Kaivos ja maarakennus ja Automaatio. Kaivos ja maarakennus segmenttiin kuuluvat Mineraalien käsittelyjärjestelmät, Murskaus- ja Seulontalaitteet sekä Palvelut liiketoimintalinjat. Automaatio segmenttiin kuuluvat Prosessiautomaatiojärjestelmät, Virtauksensääätöratkaisut ja Palvelu liiketoimintalinjat. Vuonna 2013 liikevaihtoa oli noin 3,9 miljardia euroa ja henkilöstöä vuoden lopussa 16 000 työntekijää. Palveluliiketoiminnat tuottavat noin puolet Metson kokonaisliikevaihdosta. (Metson www-sivut 2014, hakupäivä 20.3.2014)

### 2.3 Endress+Hauser

Endress+Hauser on vuonna 1953 perustettu sveitsiläinen perheyhtiö. Se valmistaa kentälaitteita prosessiteollisuuden tarpeisiin. Endress+Hauserilla on myynti- ja huoltoorganisaatio 40 maassa ja 20 tehdasta 11 maassa. Liikevaihto vuonna 2012 oli 1,5mrd euroa ja työntekijöitä oli noin 9000 henkilöä. (Metso Endress+Hauser, 2013, esittelymateriaali)

Endress+Hauser valmistaa mm. seuraavia mittaus- ja analysointi-instrumentteja:

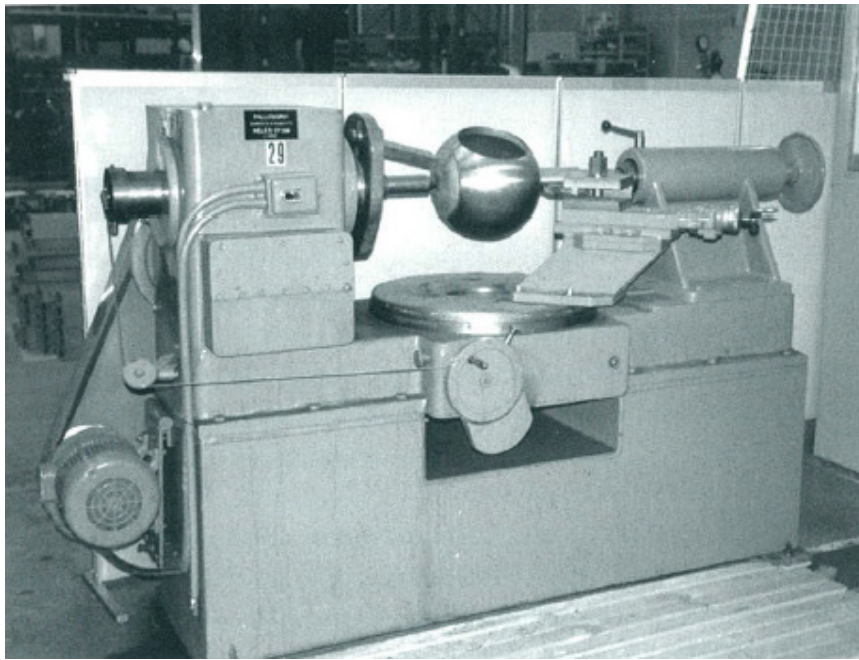
- pinta / pinnankorkeus mittauslaitteita
- virtauksen mittauslaitteita
- paineen mittauslaitteita
- lämpötilan mittauslaitteita
- analyysimittauslaitteita

Lisäksi Endress+Hauserin tarjontaan kuuluu automaattioratkaisut ja palvelut. (Metso Endress+Hauser, 2013, esittelymateriaali)

## 2.4 Neles Oy

Antti Nelimarkka perusti Neles Oy:n vuonna 1956 yhdessä vaimonsa Kertun ja hyvän ystävänsä Eino Santasaloon kanssa. Yritys keskittyi lähes alusta asti prosessiventtiilien ja niiden apulaitteiden suunnitteluun ja valmistukseen. Neles oli edelläkävijä kehittämään venttiilejä ja niiden valmistusta. He kehittivät ensimmäisenä toimivia metallitiivisteisiä venttiilejä. Uusien, yksinkertaistettujen, mutta erittäin hyvien ratkaisujen keksiminen venttiilien tiivistykseen mahdollisti niiden korkeahkon hinnoittelun kilpailijoihin verrattuna. Tämä taas edesauttoi yrityksen taloudellisen aseman kehittymisen vahvaksi ja mahdollisti jatkuvan voimakkaan tuotekehityksen ylläpidon. Valmistukseen Neles kehitti erikoiskoneet, esimerkiksi pallonsorvaukseen. Ensimmäiset erikoiskoneet Neles valmisti itse yhteisvoimin Santasalo Oy:n kanssa. Myöhemmin Neles teetti koneita useita vuosia Valmetin Linnavuoren tehtaalla. Neles toimi siis hyvin aikaisessa vaiheessa, 1960-luvulla, yhteistyössä Valmetin kanssa. Myöhemmin vuonna 1999 Neles yhdistyi Valmet Automation Oy:n kanssa. (Koskinen 2003, Papermakerswiki)

Seuraavalla sivun kuvassa 3 on pallojen sorvaukseen valmistettu erikoissorvi. Se on otettu käyttöön vuonna 1962 ja on nykyään esillä Neles museossa. Kuten kuvasta näkyy, on tavanomaisen kärkisorvin poikittaiskelkka korvattu pyörivällä kelkalla. Kun siihen on laitettu koneellinen syöttöliike, niin on saatu hyvin tasainen pinnalaatu ja pallon muoto. Viimeistelyyn on voitu jättää vain vähän työvaraa, mikä on nopeuttanut pallon valmistusta.



Kuva 3. Pallon sorvaukseen valmistettu erikoissorvi, joka on otettu käyttöön vuonna 1962 (Koskinen 2003, 89).

Neles aloitti kansainvälistymisen jo 1960- luvulla, koska voimakkaaseen kasvuun tähtäävä yritys tarvitsi myös ulkomaisia asiakkaita kasvaakseen ja menestyäkseen. Ensin se aloitti kattavan edustajaverkoston luomisen ja 1970- luvulla oman tytäryhtiöverkoston kehittämisen. Ensimmäinen tytäryhtiö, Neles AB, aloitti Ruotsissa 1971. (Koskinen 2003, 115)

1980 Neles avasi ensimmäisen kansainvälisen tehtaansa, Neles Valvulas Industriais Ltda:n tehdas Brasiliassa. Neles kokeili myös lisenssivalmistusta, mutta vaihtelevalla menestyksellä, koska sillä oli itsellään paljon kehittyneemmät valmistusmenetelmät ja korkeammat laatuvaatimukset. Kun Neles 1988, tuolloin jo Rauma-Repolan omistuksessa, osti itsensä kokoisen yhdysvaltalaisen Jamesburyn, sillä oli silloin tytäryhtiöitä 20 ja valmistusta 6 maassa. (Koskinen 2003, Papermakerswiki)

Neles on saanut tunnustusta yrityksenä niin kotimaassa kuin myös kansainvälisesti. Tasavallan presidentti myönsi Nelekselle vientipalkinnon vuonna 1974. Sen ansiosta Neles sai valtavasti hyvää julkisuutta ja loi itsestään hyvin positiivisen vaikutelman yrityksenä ja ihmisten työpaikkana. Rank Xerox valitsi 500 yrityksen joukosta Neleksen Suomen parhaaksi yritykseksi vuonna 1978. European Management Forum eli EMF valitsi 1981 sata parasta pioneeriyritystä Euroopassa. Suomesta tähän joukkoon pääsi viisi yritystä. Neles oli yksi niistä. (Koskinen 2003, Papermakerswiki)

### 3 PROSESSIVENTTIILIT

Prosessiventtiilit jaetaan kolmeen pääryhmään: sulkuventtiilit, säätöventtiilit ja pikasulkuventtiilit. Sulkuventtiilejä käytetään niin sanottuina on-off – venttiileinä prosessin tarpeen mukaan. Säätöventtiilejä taas käytetään jatkuvasti prosessin ohjauksessa ja hallinnassa. Pikasulkuventtiilit (ESD) ovat niin sanottuja turvaventtiilejä, jotka sulkeutuvat nopeasti, silloin kun tarvitaan. Pikasulku hoidetaan oikealla toimilaitevalinnalla ja älykkäällä venttiilin ohjaimella. Venttiilityyppejä on useita erilaisia kuten esimerkiksi läppä-, pallo-, segmentti-, istukka- ja kiertoistukkaventtiili. Niitä voidaan useimmiten käyttää sekä sulkuventtiilinä että säätöventtiilinä. Edellä mainittujen venttiilityyppien lisäksi on olemassa esimerkiksi luisti-, kalvo- ja letkuventtiileitä.

Venttiilit valitaan käyttökohteen mukaan, jossa vaikuttavia asioita ovat väliaine, paine, virtausnopeus, maksimi kapasiteetti ja venttiilin sisäinen ominaiskäyrä. Ominaiskäyrä vaikuttaa eniten siihen minkä tyyppinen venttiili kuhunkin kohteeseen valitaan. Venttiilien erilaisia ominaiskäyriä on esitetty seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 4. Pystysarakkeen  $\phi$  kuvaa venttiilin suhteellista kapasiteettikerrointa, joka määritetään yhtälöllä:

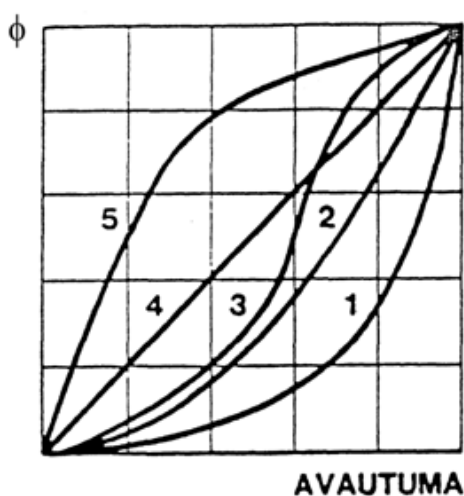
$$\phi = C_v(h) / C_v(1,0), \quad (1)$$

missä

$C_v(h)$  on venttiilin kapasiteettikerroin suhteellisella avautumalla  $h$  ja

$C_v(1,0)$  on venttiilin kapasiteettikerroin venttiilin ollessa täysin auki.

(Oulun ammattikorkeakoulun www-sivut 2009, hakupäivä 26.3.2014)



Venttiilin sisäisiä ominaiskäyriä, 1) Palloventtiili, 2) Palloventtiili 0,5\*putken koko, 3) Läppäventtiili, 4) Lineaarinen ominaiskäyrä ja 5) Lautasventtiili.

Kuva 4. Venttiilien ominaiskäyriä (Oulun ammattikorkeakoulun www-sivut 2009, hakupäivä 26.3.2014).

Sulkuventtiilin valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat suuri kapasiteetti, hyvä tiiviys, pika-avaus tyyppinen ominaiskäyrä, koko, yleensä putken kokoinen venttiili ja riittävän tehokas toimilaite. (Räty 2011, Metson koulutusmateriaali)

Säätöventtiilin valinnassa säätöominaisuudet ovat tärkein valintaperuste, joita ovat säätösuhde, lineaarinen ominaiskäyrä, venttiilin normaali avauskulma 60 – 80 %, pieni hystereesi, toimilaitteen pieni kuormituskerroin ja pieni kitka. Maksimikapasiteetti ja tiiviys eivät ole niin tärkeitä. (Räty 2011, Metson koulutusmateriaali)

### 3.1 Läppäventtiilit

Läppäventtiilit ovat neljänneskiertoventtiileitä. Ne jakautuvat keskeisesti ja epäkeskeisesti laakeroituihin malleihin. Epäkeskeisesti laakeroituvat voivat olla 1-, 2- tai 3-kertaisesti epäkeskeisiä. Esimerkiksi Metson Neldisc- läppäventtiili on 3-kertaisesti epäkeskeinen. Läppäventtiilit soveltuvat hyvin neste- ja kaasuputkiin joiden koko on melko suuri. Se on suuressa kokoluokassa, DN200 ylöspäin, edullinen kevyen rakenteensa ansiosta. (Räty 2011, Metson koulutusmateriaali)

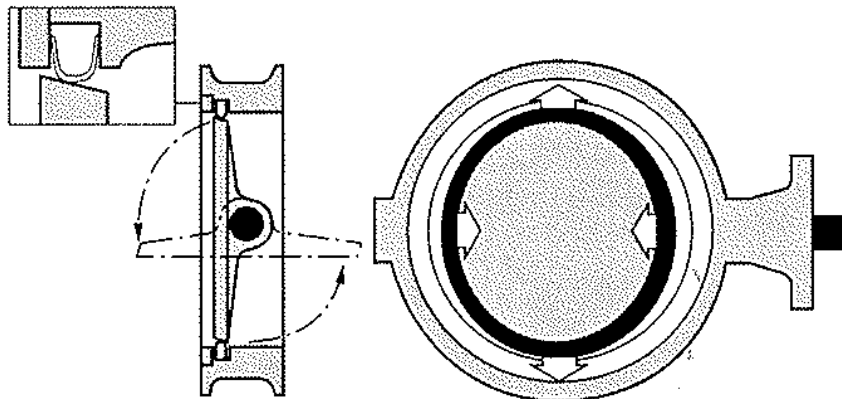
Alla olevassa kuvassa 5 näkyy läppäventtiilin rakenne selvästi. Läppä on epäkeskeisesti laakeroitu. Kuvan venttiili on laippojen väliin asennettava purettavissa oleva metallitiivisteytinen venttiili. Läppäventtiilin asennus vaatii minimaalisen tilan putkistosta.



Kuva 5. Metson LW sarjan läppäventtiili (Metson www-sivut 2014, hakupäivä 27.3.2014).

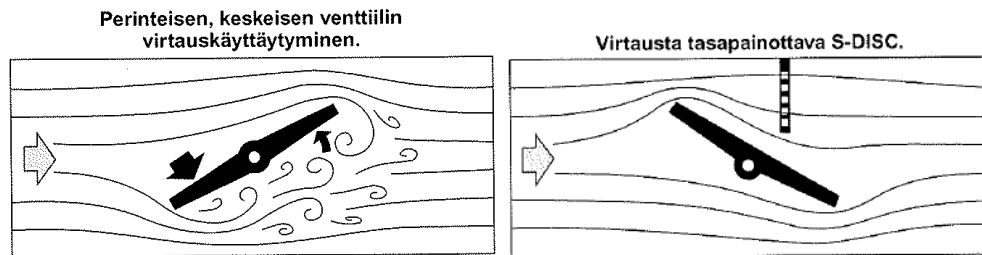
Metso ei käytä enää pehmeitä tiivisteitä läppäventtiileissään. Tästä johtuen venttiili tarvitsee kohtuullisen suuren momentin tuottavan käyttölaitteen, jotta se saavuttaa riittävän tiiveyden. Venttiilin osat ovat pääosin ruostumatonta tai haponkestävää terästä. (Räty 2011, Metson koulutusmateriaali)

Metso valmistaa 3-kertaisesti epäkeskeistä Neldisc-läppäventtiiliä. Se on metallitiivistetty. Läpän poikkileikkaus on hieman ellipsi. Tiiviste on valmistettu haponkestävästä teräksestä. Se on sijoitettu tiivisteuraan siten, että se pääsee läpän painuessa sitä vasten venymään isomman akselin suunnassa ja vastaavasti kutistumaan pienemmän akselin suunnassa, kuva 6. (Neles myyntiesite, 2000)



Kuva 6. Läppäventtiilin metallitiivistyksen periaatekuva (Neles myyntiesite, 2000).

Läppäventtiiliä käytetään pääsääntöisesti vähän (alle 2 %) tai ei ollenkaan kiintoainetta sisältävillä nesteillä ja kaasuilla. Virtausnopeudet ovat hieman palloventtiiliä alhaisemmat, koska läppä aiheuttaa myös auki asennossa pieniä muutoksia virtaukselle. Painehäviö venttiilin läpi on kuitenkin minimaalinen. Alla olevassa kuvassa 7 on havainnollistettu vaimennuselementin vaikutusta virtaukseen. (Räty 2011, Metson koulutusmateriaali)



Kuva 7. Havainnekuva vaimennuselementin vaikutuksesta virtaukseen (Neles myyntiesite, 2000).

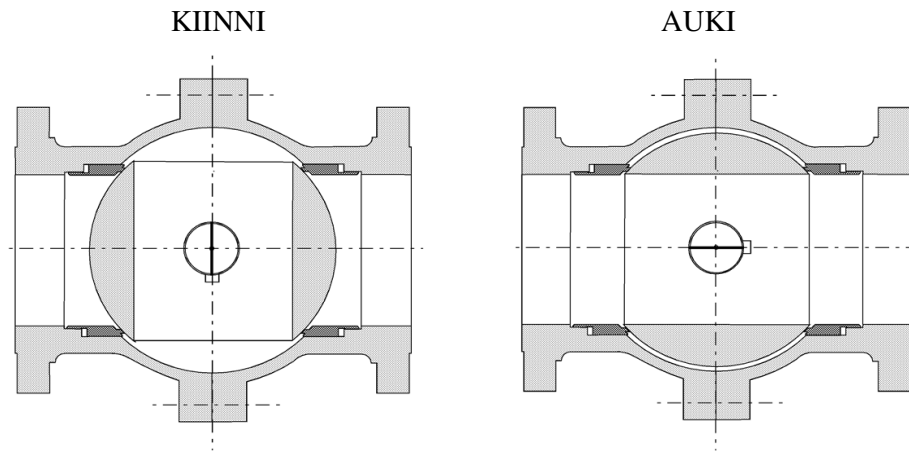
Läppäventtiili voidaan varustaa paineilmakäyttöisellä kaksi- tai yksitoimisella toimilaitteella, kalvotoimilaitteella, käsitoimilaitteella tai käsivivulla. Paineilmakäyttöiset ja kalvotoimilaitteet varustetaan yleensä älykkäällä venttiilinohjaimella, jonka avulla venttiiliä voidaan säätää tai ohjata etäkäytöllä. (Räty 2011, Metson koulutusmateriaali)

### 3.2 Pallo- ja segmenttiventtiilit

Palloventtiileitä käytetään hyvin laajasti erilaisissa prosessiputkistoissa. Niitä valmistetaan vakiona kokoalueella DN25 – DN900, poikkeustapauksissa myös isompia. Niiden etuja ovat toimintavarmuus, täysaukko aukiasennossa ja hyvä tiiveys. Ne kestävät myös kovia paineita ja suhteellisen korkeita lämpötiloja. Haittapuolia ovat kallis hinta ja painava rakenne. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www-metso.com) 2014, hakupäivä 27.3.2014)

Seuraavalla sivulla on leikkauskuvat palloventtiilin kiinni- ja aukiasennoista. Niistä näkyy hyvin pallon tiivistys kiinniasennossa ja täysaukkoisuus aukiasennossa.

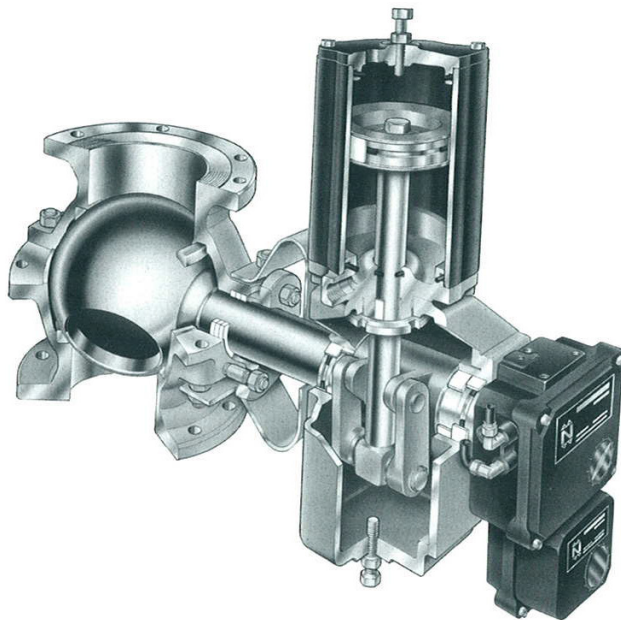




Kuva 8. Palloventtiilin leikkauskuva, kiinni- ja aukiasennot (Metson esittelymateriaali 2003, hakupäivä 28.3.2014).

Palloventtiilit kuuluvat myös neljänneskiertoventtiileihin. Ne soveltuvat erittäin hyvin sekä säätö- että sulkuventtiileiksi. Ne soveltuvat hyvin myös sakeahkoille väliaineille. Ne jaetaan täys- ja osittaispalloventtiileiksi. Osittaispalloventtiiliä sanotaan segmentti-venttiiliksi. (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 27.3.2014)

Alapuolella olevassa kuvassa 9 on auki leikattu palloventtiili ja kaksitoiminen paineilmatoimilaite sekä asennoitin varustettuna rajakytkimellä. Asennoittimella ohjataan toimilaitetta, joka kiertää venttiilin palloa. Rajakytkin ilmaisee käyttäjille onko venttiili täysin kiinni vai auki.



Kuva 9. Tavanomainen venttiilipaketti, jossa on palloventtiili, toimilaite ja asennoitin rajakytkimineen. (Koskinen 2003, 108)

Täyspalloventtiiliä saa myös vaimennuselementillä varustetulla pallolla. Vaimennuselementin tarkoitus on vähentää kavitaatiota, melua ja tasoittaa virtausta säätötilanteessa.

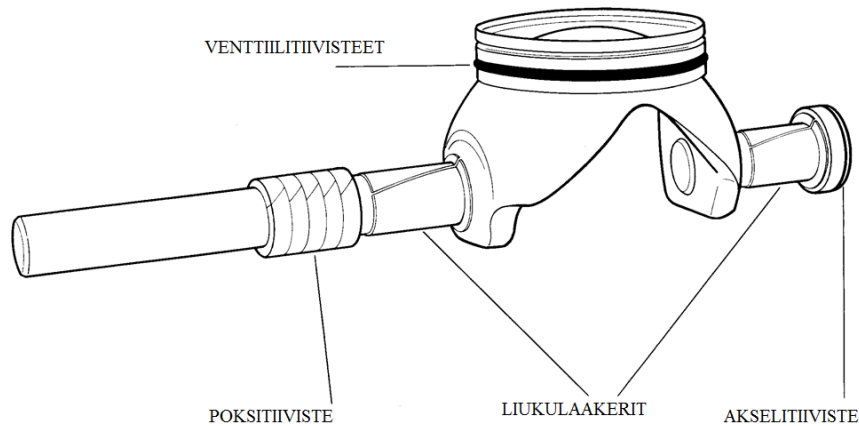
Palloventtiileitä valmistetaan myös keraamisilla sisäosilla, joita kutsutaan E-sarjan palloventtiileiksi. Ne on tarkoitettu erittäin vaikeisiin kohteisiin. Ne kestävät erittäin hyvin eroosiota ja korkeita lämpötiloja (jopa  $+600^{\circ}\text{C}$ ). Niitä on saatavana kokoja DN25 – DN150. Korkea hinta rajoittaa valikoimaa. (www.metsoendress.com, hakupäivä 28.3.2014)

Alla olevassa kuvassa 10 on nykyaikainen venttiilipaketti, jossa on älykäs venttiiliohjain ND9000, B-sarjan pneumaattinen toimilaite ja E-sarjan keraaminen palloventtiili.



Kuva 10. Metson E- sarjan keraaminen palloventtiili, B- sarjan toimilaite ja ND9000 älykäs venttiiliohjain (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 28.3.2014).

Segmenttiventtiileitä käytetään hyvin paljon säätöventtiileinä. Kokoalue DN25 – DN400. Sulkuelin on V-aukkoinen segmentti. Segmenttiventtiileissä käytetään pehmeitä tiivisteitä ja laakereita. Tiiviste on vain rungon toisen aukon ympärillä ja väliaineen paine painaa tiivisteeseen segmenttiä vasten, kuva 11 seuraavalla sivulla. Mikäli virtaus olisi toisin päin, kuluisivat tiivisteet ja segmentti turhan nopeasti. Venttiilin runkoon on nuolella merkitty virtaussuunta, että venttiili asennetaan oikein päin.



Kuva 11. Segmenttiventtiilin sulkuelin tiivisteineen ja laakereineen (Metson esittelymateriaali 2003, hakupäivä 28.3.2014).

Metson R-sarja on suunniteltu ensisijaisesti säätökäyttöön, mutta se soveltuu myös sul-  
kukäyttöön. Niihin on saatavana pallojen tapaan myös vaimennuselementtejä. Niitä käy-  
tetään, kun vapaa virtaus aiheuttaa liikaa kavitaatiota tai melua. Metson venttiileissä  
niitä kutsutaan Q-Trim konstruktioksi. Alla olevassa kuvassa 12 on Q-Trim sulkueli-  
mellä varustettu segmenttiventtiili.



Kuva 12. Kuvassa on Q-Trim vaimentimella varustettu segmenttiventtiili, B-sarjan toi-  
milaite ja asennoitin rajakytkimineen (Koskinen 2003, 332).

R-sarjan laipallisten ja laipattomien venttiilien pesä on yksiosainen, jolloin niissä on minimaalisen vähän mahdollisia vuotoja aiheuttavia liitoksia. R-sarjan venttiileitä valmistetaan kestäväenä metallitiivisteisenä tai pehmeätiivisteisenä. Metallitiivisteen toimintaperiaate on jousitettu paineavusteinen tiivistys, jolla saadaan aikaan hyvä tiiveys pienelläkin paine-erolla. Tiivisteiden sijoitus venttiilin sisään ja tiivisteiden konstruktiot on mahdollistanut sen pitkän käyttöiän ja kestävä tiiveyden. (Neles myyntiesite, 2001)

Pehmeätiivisteistä mallia käytetään sellaisiin sovelluksiin, joissa kovakromattu segmentti ei sovellu hapoille tai happamille väliaineille. Tässä venttiilissä hiilitäyteinen PTFE -tiiviste on sijoitettu haponkestävästä teräksestä tehtyyn tiivistepesään. Suuret laakeripinnat pienentävät laakeripainetta ja pidentävät näin käyttöikää varsin pitkäksi. Lisäksi ne sijoitettu venttiilipesään, jossa ne ovat suojassa virtaukselta. (Neles myyntiesite, 2001)

### 3.3 Muut venttiilit

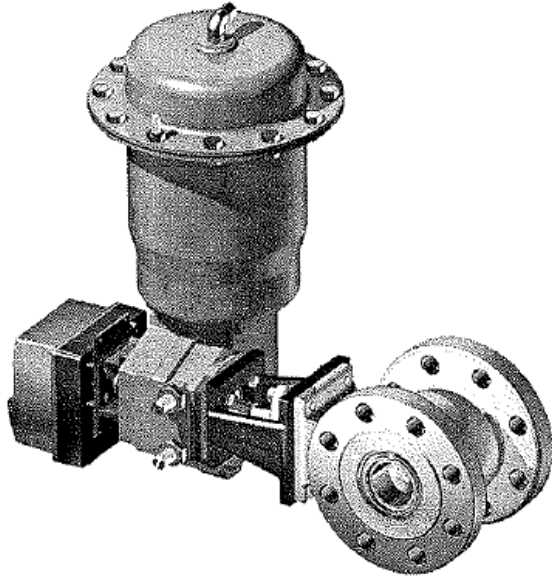
Muita teollisuudessa käytettäviä venttiileitä ovat muun muassa istukka-, luisti- ja letkuventtiileitä. Istukkaventtiilit jaetaan kahteen ryhmään, kiertoistukkaventtiilit ja lineaariset istukkaventtiilit.

#### 3.3.1 Kiertoistukkaventtiili

Kiertoistukkaventtiilit ovat niin sanottuja neljänneskiertoventtiilejä. Esimerkiksi Metson Finetrol kiertoistukkaventtiilit ovat taloudellisia ja suorituskykyisiä venttiilejä. Niihin on saatavana erilaisia sisäosia eri käyttötarkoituksia varten. Esimerkiksi erityisesti säätöön suunnitellun istukan muodolla aikaansaadaan parhaat mahdolliset säätöominaisuudet. (Neles myyntiesite, 2000)

Venttiilin runkorakenne on yksiosainen ja luja kestäen erittäin hyvin putkistovoimia ja minimoiden vuotoa aiheuttavat liitokset. Lisäksi neljänneskiertotoiminta vähentää vuotojen mahdollisuutta akselitiivisteiden kautta. Istukan ja metallitiivisteen kobolttiseospinnoite takaa venttiilille pitkän käyttöiän. Myös käyttöakselin suuri halkaisija ja ko-

bolttiseoslaakerit lisäävät kestoikää ja parantavat momentin siirtokykyä. Alla oleva kuva 13 esittää kiertoistukkaventtiilin, kalvotoimilaitteen ja venttiiliohjaimen muodostaman venttiilipaketin. (Neles myyntiesite, 2000)



Kuva 13. Kuvassa Finetrol kiertoistukkaventtiili, Metson kalvotoimilaite ja ND9100 venttiiliohjain (Neles myyntiesite, 2000).

Kiertoistukkaventtiiliin on myös saatavana Q-sulkuelin, joka on istukan mukana kääntyvä vaimennin. Se voi alentaa melua noin 18 desibeliä ja vähentää samalla kavitointia. (Neles myyntiesite, 2000)

### 3.3.2 Istukkaventtiili

Istukkaventtiileissä sulkuelin liikkuu lineaarisesti kiinni ja auki. Istukkaventtiilin pääosat ovat runko, häkki, istukka ja kansi. Runko voi olla laipallinen, laippojen väliin asennettava, hitsattava tai kierrelitoksella putkistoon liitettävä malli. Istukkaventtiili asennetaan asentoon jossa toimilaite on venttiilin yläpuolella ja liikuttaa karaa ylös ja alas. Näin pidetään vuotomahdollisuudet minimissä. Kokoalue DN15 – DN200, joita-kin harvinaisempia tapauksia jopa kokoon DN600 asti. Seuraavan sivun kuvassa 14 on Neles Globen GB-sarjan istukkaventtiili, kalvotoimilaite ja digitaalinen venttiiliohjain. GB-sarjan istukkaventtiilit on tarkoitettu ensisijaisesti säätökäyttöön korkeapainesovelluksissa. (Metson esittelymateriaali, 2013)



Kuva 14. Neleksen GB-istukkaventtiili, kalvotoimilaite ja digitaalinen venttiiliohjain (Metson esittelymateriaali, 2013).

Prosessiteollisuudessa istukkaventtiilejä käytetään hankaliin kohteisiin, kuten korkean paineen tai lämpötilan olosuhteisiin. Istukkaventtiilit soveltuvat erittäin hyvin säätökäyttöön, mutta niitä käytetään jonkin verran myös sulkuventtiileinä. Venttiilejä on saatavana useita erilaisia variaatioita. Esimerkiksi samaan runkoon voi vaihtaa sisäosia kapasiteetin muuttamiseksi tai kavitaation ja melun alentamista varten. Neles Globen istukkaventtiileihin on saatavana erilaisia vaimennuselementtejä, kuten Tendril, joka on kuin siiviläholkki. Niitä on yksi- ja kaksikerroksisia malleja. Toinen vaimennustapa on sulkuelimen muotoilulla aikaan saatava vaimennus. (Metson esittelymateriaali, 2013)

Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 15 on useita erilaisia Neles Globen istukkaventtiilipaketteja toimilaitteineen ja venttiiliohjaimineen (Metson esittelymateriaali, 2013).



Kuva 15. Kuvassa on kuusi erilaista Neles Globen istukkaventtiiliä, toimilaitteet ja venttiiliohjaimet (Metson esittelymateriaali, 2013).

### 3.3.3 Luistiventtiilit

Luistiventtiileitä on kahta mallia, levyluisti- ja kiilaluistiventtiili. Luistiventtiilien koko-alue on melko laaja DN50 – DN1200. Ne ovat rakenteeltaan täysaukkoisia. Luisti liikkuu lineaarisesti poikittain virtaukseen nähden. Luistiventtiileitä käytetään ensisijaisesti sulkuventtiilinä. Niitä on sekä metallitiivisteisiä että joustavatiivisteisiä. (Flowroxin www-sivut 2014, hakupäivä 7.4.2014)

Esimerkiksi Flowrox valmistaa sekä levyluistiventtiileitä että kiilaluistiventtiileitä. Ne ovat valurautarunkoisia ja niissä on kaksiosainen kumitiiviste, joka suojaa myös venttiilin runkoa ja luisti liikkuu kiinni mennessään niiden väliin. Luistilevy on ruostumatonta terästä. Rakenteensa ansiosta Flowrox luistiventtiilit soveltuvat erittäin hyvin kuluttavien väliaineiden venttiiliksi. (Flowroxin www-sivut 2014, hakupäivä 7.4.2014)

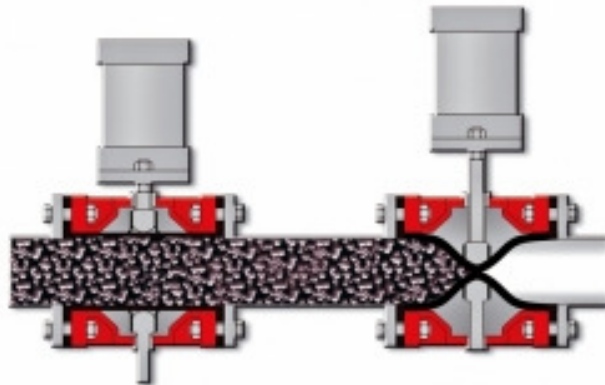
Alla olevassa kuvassa 16 on Flowroxin levyluistiventtiili ja kiilaluistiventtiili. Levyluistiventtiilin kuvasta näkyy hyvin edellä mainittu tiivistysrakenne.



Kuva 16. Kuvassa vasemmalla on Flowrox levyluistiventtiili ja oikealla Flowrox kiilaluistiventtiili pyörivällä luistilla (Flowroxin www-sivut 2014, hakupäivä 7.4.2014).

### 3.3.3 Letkuventtiilit

Letkuventtiilit ovat teräsrunkoisia ja täysaukkoisia. ”Pesä” on kumiletku, jonka venttiilin sulkeutuessa kaksi leukaa puristaa kiinni keskilinjalle, jolloin virtaus katkeaa. Venttiilipaketti koostuu rungosta, letkusta ja toimilaitteesta. Vain letku on kosketuksissa väliaineen kanssa. Alla olevasta kuvasta 17 selviää hyvin letkuventtiilin toimintaperiaate. (Flowroxin www-sivut 2014, hakupäivä 7.4.2014)



Kuva 17. Letkuventtiilin toimintaperiaate, venttiili auki ja kiinni (Flowroxin www-sivut 2014, hakupäivä 7.4.2014).



Venttiileillä saavutetaan 100% tiiveys. Ne soveltuvat sekä sulk- että säätökäyttöön prosesseissa, joissa käsitellään kuluttavia tai syövyttäviä lietteitä. Esimerkiksi kaivosten rikastamot käyttävät letkuventtiileitä. Niillä on erinomainen kulutuksen- ja korroosion-kestävyys. (Flowroxin www-sivut 2014, hakupäivä 7.4.2014)

Rakenteensa ansiosta letkuventtiili ei tukkeudu eikä mene jumiin. Se on myös itsepuhdistuva, jolloin huoltovälit ovat pitkät. Niitä on saatavana koot DN25 – DN1000. Käyttölämpötila on  $-50^{\circ}\text{C}$  -  $+160^{\circ}\text{C}$ , joten niitä voi käyttää myös pakkasolosuhteissa. Niiden paineen kesto on maksimissaan 100baria. Letkuventtiili on yleensä varustettu joko pneumaattisella tai sähköisellä toimilaitteella. Niillä saadaan aikaan venttiilin tarkka säätö. Seuraavassa kuvassa 18 on Flowroxin letkuventtiili varustettuna pneumaattisella tai sähkökäyttöisellä toimilaitteella. (Flowroxin www-sivut 2014, hakupäivä 7.4.2014)



Kuva 18. Kuvassa on Flowroxin letkuventtiili pneumaattisella (vas) ja sähkökäyttöisellä (oik) toimilaitteella (Flowroxin www-sivut 2014, hakupäivä 7.4.2014).

#### 4 TOIMILAITTEET JA ASENNOITTIMET

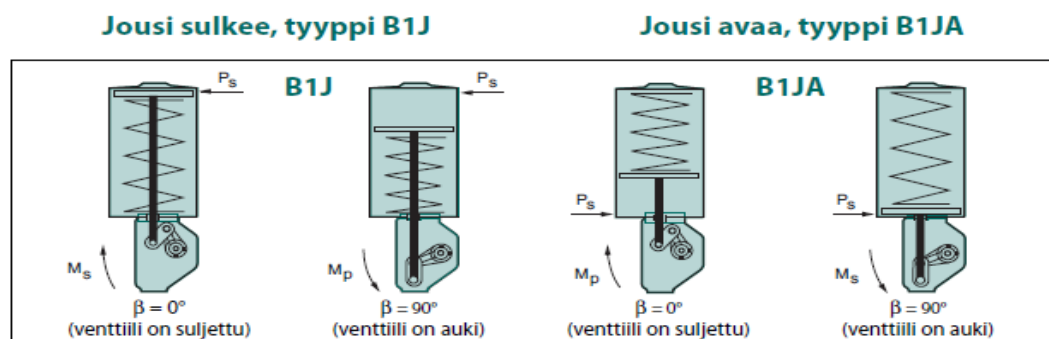
Toimilaitteella tarkoitetaan tässä työssä laitetta, joka kiertää tai liikuttaa lineaarisesti venttiilin sulkuelintä. Toimilaitteen liikettä ohjataan tai säädellään venttiiliohjaimella ja ohjauksessa hyödynnetään rajakytkimiä. Nykyaikaisissa prosesseissa ohjaimet ovat yhteydessä automaatiojärjestelmään, jolla niitä ohjataan.

Prosessiventtiileissä käytetyt toimilaitteet jaetaan muutamaankin eri tyyppiin. Yleisimmin hyödynnetyt toimilaitteet ovat paineilmakäyttöinen kaksitoiminen tai yksitoiminen jousipalautteinen sylinteritoimilaite, paineilmakäyttöinen kalvotoimilaite, sähkökäyttöinen toimilaite, käsitoimilaite ja käsivipu.

##### 4.1 Pneumaattinen sylinteritoimilaite

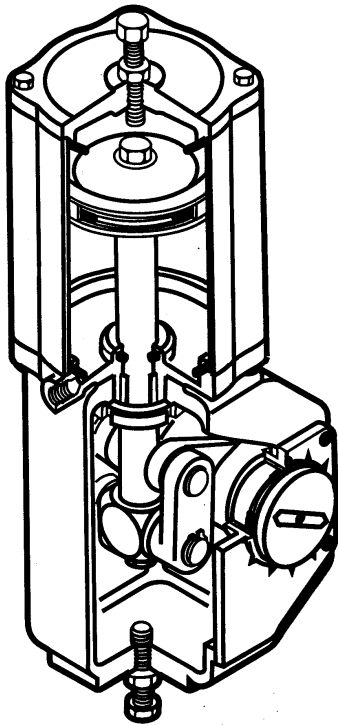
Metson paineilmakäyttöiset sylinteritoimilaitteet ovat nimeltään B-sarjan toimilaitteet. Ne on suunniteltu sekä sulku- että säätökäyttöön. Niiden liitostaso ns. F-taso on standardin ISO 5211 mukainen. Ne ovat kestäviä ja niitä voidaan käyttää useimpien neljänneskiertoventtiilien kanssa. Niitä on sekä kaksitoimisia B1C että jousipalautteisia B1J. Niiden ulostulomomentti vaihtelee välillä 40 ... 100000Nm. (Neles myyntiesite, 2000)

Kaksitoimisia sylintereitä käytetään silloin, kun ei tarvita turvatoimintoa. Jousipalautteisia sylintereitä puolestaan valitaan sellaisiin kohteisiin, joissa vaaditaan turvatoimintoa. Turvatoiminto voi olla sellainen, että jousi sulkee B1J tai jousi avaa B1JA venttiilin. Näissä kaikissa malleissa toimilaitteiden iskunpituutta voi säätää siten, että kääntymiskulma on  $85^\circ - 95^\circ$ . Säätöruuvi on toimilaitteen molemmissa päissä sekä auki- että kiinni-asennoissa. Alla on periaatekuva 19 jousipalautteisen toimilaitteen rakenteesta. (Neles myyntiesite, 2000)



Kuva 19. Periaatekuva jousitoimilaitteen rakenteesta (Neles myyntiesite, 2000).

B-sarjan toimilaitteet koostuvat sylinteristä mäntineen ja varsineen, kotelosta ja vivustosta. Kuvassa 20 on auki leikattu kaksitoiminen B-sarjan toimilaite. Siinä on hyvin näkyvissä rajoitinruuvit molemmissa päissä, vivusto ja mäntä varsineen. Edessä oikealla on asennoittimen kiinnityspaikka. F-taso ja vääntökeskiö jäävät taakse piiloon. Vasemmalla sylinterin alapäässä näkyy paineilimaliitanta männän paluuliikettä varten. (Neles myyntiesite, 2000)



Kuva 20. Metson kaksitoiminen B-sarjan sylinteritoimilaite aukileikattuna (Metson esitelymateriaali, 2003).

B-sarjan toimilaitteiden sylinteri on alumiinia, joka on eloksoitu. Kotelo on valurautaa ja molemmat osat on maalattu hyvin korroosiolta suojaavalla epoksimaalilla. Iskunpitiuden säätöruuvit ovat ruostumattomasta teräksestä. Niihin on saatavana myös mekaaninen lukituslaite, joka lukitsee toimilaitteen ja venttiilin auki- tai kiinni- asentoon. Lisäksi on saatavana toimilaite varustettuna käsikäyttöön tarkoitetulla osoitinkannella ja käsipyörällä tai hydraulisella käsikäytöllä. Viimeksi mainitut ovat tarkoitettu lähinnä korkeapainesovelluksiin varakäytöksi. (Neles myyntiesite, 2000)

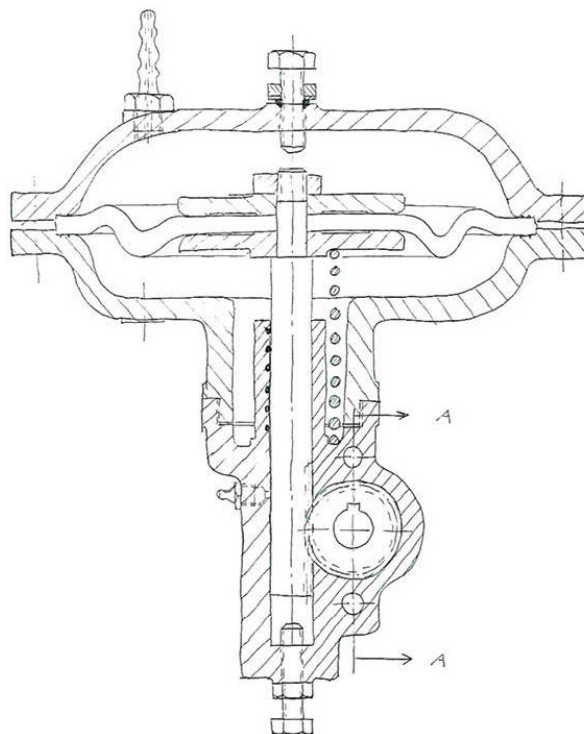
Vivusto tai toiselta nimeltä nivelistö on suunniteltu siten, että venttiilin kiertoon saadaan suurin momentti alkutilanteessa. Toinen ulostulomomentin huippukohta on  $60^{\circ}$  -  $80^{\circ}$

kääntymän kohdalla, jolloin säätötilanteessa virtausvoimien aiheuttama momentin tarve on suurimmillaan. (Neles myyntiesite, 2000)

Toimilaitteen valinta venttiilille vaatii ensin venttiilin akselin maksimimomentin määrittelyn ja sen jälkeen valitaan sitä suuremman ulostulomomentin omaava toimilaite ottaen huomioon syöttöpaine. Rajatapauksessa valitaan aina seuraava isompi toimilaite. (Neles myyntiesite, 2000)

#### 4.2 Pneumaattinen kalvotoimilaite

Alla on Antti Nelimarkan käsivarainen poikkileikkauskuva 21 pneumaattisesta kalvotoimilaitteesta vuodelta 1957. Nykyisin Metson tuotannossa on malli Quadra-Powr II – kalvotoimilaite, joka on tarkoitettu kiertoventtiilien sulku- ja säätökäyttöön.

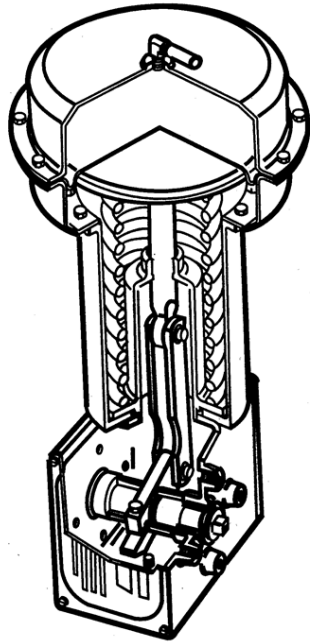


*Neles OY*

*12.1.57 J.L.S. Rm*

Kuva 21. Antti Nelimarkan vuonna 1957 laatima käsivarainen luonnos, kalvotoimilaite halkaistuna (Koskinen 2003, 23).

Quadra-Powr II –kalvotoimilaitteen osat ovat: sylinteri, kumikalvo, jousipaketti, vipuvarsi, kotelo ja vääntönapa. Kotelossa on kaksi rajoitinruuvia, joiden avulla venttiilin avauskulmaa tai sulkeutumista voidaan rajoittaa. Myös täysin kiinni tai auki asennot ovat lukittavissa mekaanisesti. Kuvassa 22 on hyvin näkyvissä Quadra-Powr II –kalvotoimilaitteen rakenne. (Neles myyntiesite, 2000)



Kuva 22. Metson Quadra-Powr II –kalvotoimilaite auki leikattuna (Metson esittelymateriaali, 2003).

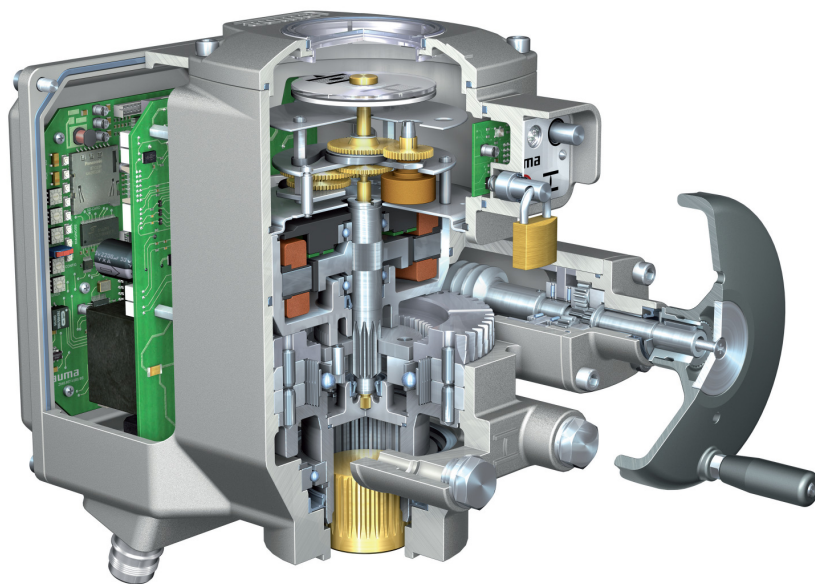
Kotelossa on molemmilla puolilla samanlaiset kiinnitystasot. Tämä mahdollistaa toiminnan muuttamisen jousi sulkee –toiminnosta jousi avaa –toiminnoksi kääntämällä toimilaite ympäri. Quadra-Powr -kalvotoimilaite toimii pienemmällä syöttöpaineella kuin muut toimilaitteet. Sitä on saatavana neljällä eri jousivaihtoehdolla, 1,4 ... 5,5 bar syöttöpaineille. Ulostulomomentti vaihtelee välillä 34 ... 1040Nm. (Neles myyntiesite, 2000)

Toimilaite on korroosiosuojattu pinnoittamalla se epoksinpinnoitteella kahteen kertaan sisältä ja ulkoa ja vipuvarsi on nikkelöity. Lisäksi tehtaalla suoritettu voitelu on sellainen, että lisävoitelua ei tarvita käytön aikana. F-taso liitانتä ja asennoitin liitانتäso ovat standardien mukaiset. Quadra-Powr –kalvotoimilaitteet valmistetaan Jamesbyryn tehtaalla Yhdysvalloissa. (Neles myyntiesite, 2000)

### 4.3 Sähkökäyttöinen toimilaite

Sähkökäyttöisiä toimilaitteita käytetään esimerkiksi sellaisissa kohteissa, missä ei ole paineilmaa käytettävissä. Sitä käytetään myös turvaventtiileissä, jotka toimivat vara-voiman varassa sähkökatkon sattuessa ja pääsulkuventtiileissä. Sähkökäyttö soveltuu erinomaisesti myös vaativiin ohjaus- ja säätötehtäviin. Toiminta ilman paineilmaa on joissakin teollisuuden sovelluksissa edullisempi ja/tai parempi vaihtoehto. Paineilman ulkokäyttöä talvella hankaloittaa jäätymisongelmat, mikäli verkostoon on päässyt kondensoitumaan kosteutta. Lyhytaikainen paineettomuus paineilmaputkistossa voi nostaa kastepisteen  $-10^{\circ}\text{C}$ :een, kun se voi parhaimmillaan olla  $-50^{\circ}\text{C}$ . (Rimpisalo 24.4.2014, haastattelu)

Auma on yksi maailman johtava sähköisten venttiilitoimilaitteiden valmistaja. Auma on suunnitellut ja kehittänyt sähkötoimilaitteita ja niiden vaihteistoja noin 50 vuotta. Alla olevassa kuvassa 23 on esimerkki Auman sähkötoimilaitteesta aukileikattuna. Siinä näkyy vaihteisto ja siihen integroitu sähkökäyttö sekä mikroprosessoriohjaus. Tässä mallissa on myös käsipyörä varakäyttöä varten. Se on pakollinen turvavaruste. Vaihteiston avulla sähkötoimilaitteen ulostulomomentti voidaan nostaa jopa yli  $650\,000\text{Nm}$ . (Auman www-sivut 2014, hakupäivä 24.4.2014)

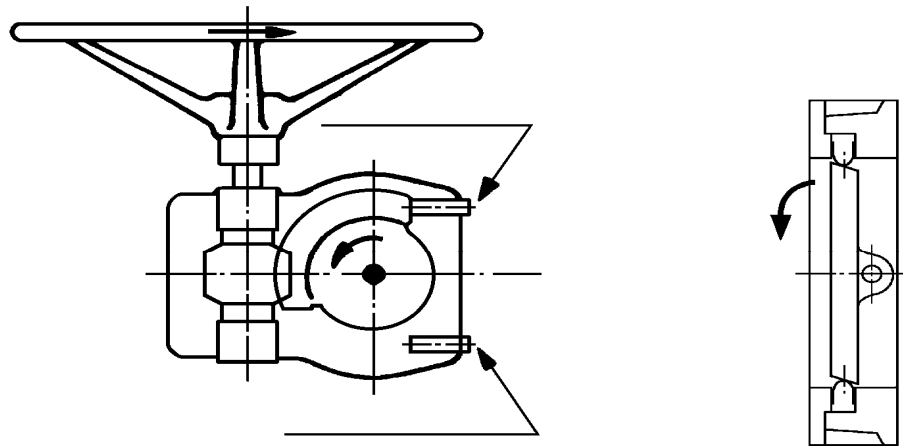


Kuva 23. Kuvassa on Auman valmistama sähköinen venttiilitoimilaite (Auman www-sivut 2014, hakupäivä 24.4.2014).

Sähkötoimilaitteiden käyttökohteita on todella paljon: voimalaitokset, savukaasujen käsittely, kaukolämpölaitokset, kemikaali-, petrokemian- ja lääketeollisuus, vesilaitokset, pumppuasemat, padot, sulut, ilmastointi, sellu- ja paperiteollisuus, metalli-, laivanrakennus-, rakennusaine- ja elintarviketeollisuus. (Auman www-sivut 2014, hakupäivä 24.4.2014)

#### 4.4 Käsikäyttöinen toimilaite ja käsivipu

Metson M-sarjan käsikäyttöinen toimilaite koostuu kotelosta, kierukkapyörästä, kierukka-akselista ja käsipyörästä. Alla olevasta kuvasta 24 näkyy hyvin käsitoimilaitteen periaate. Kierukkapyörä on valmistettu sektorin muotoon, jotta siihen on saatu rajoitintaset. Normaali avauskulma on  $0^\circ \dots 90^\circ$ , säätöruuvilla siihen voi saada molempiin päihin  $\pm 5^\circ$ . Säätöruuvit on merkitty nuolilla. (Neles myyntiesite, 2001)

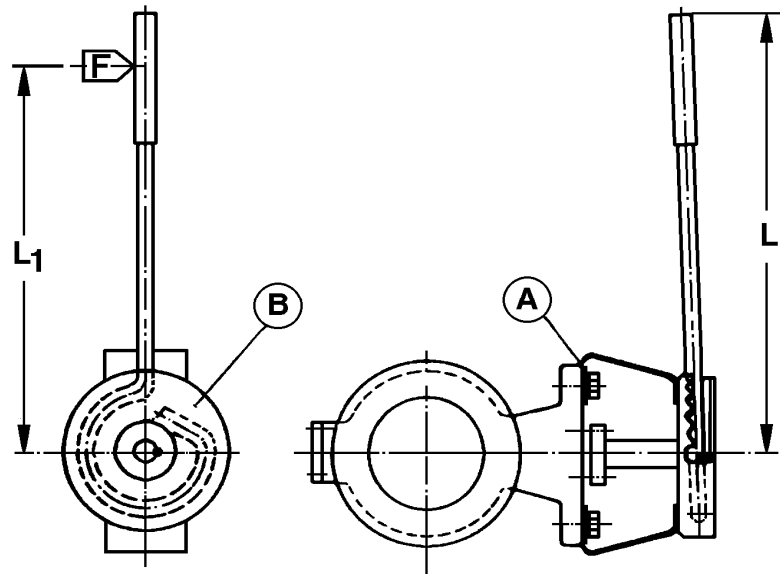


Kuva 24. Käsitoimilaitteen periaatekuva (Metson esittelymateriaali, 2003).

Lisäksi käsitoimilaitteessa on asennon osoitin, auki tai kiinni. Sitä käytetään pääsääntöisesti sulkuventtiileissä. Se on pitkäikäinen ja huoltovapaa. Ulostulomomentti vaihtelee välillä 250 Nm ... 4500 Nm. Siitä on saatavana kuusi kokoa. (Neles myyntiesite, 2000)

Käsivipu poikkeaa käsikäytöstä siten, että siinä on suora käyttöakseli venttiilin sulkuelimeen ilman momenttia kasvattavaa välitystä. Sitä käytetään pääsääntöisesti sulku- ja tyhjennysventtiileissä, enimmäkseen pallo- ja läppäventtiileissä, esimerkiksi säiliön

tyhjennysventtiileissä. Alla olevassa kuvassa 25 on Metson RM käsivipu kiinnitetty läppäventtiiliin. Siinä on jousi vivun keskiössä, joka varmistaa läpän kunnollisen sulkeutumisen tiivistettä vasten. (Rimpisalo 24.4.2014, haastattelu)



Kuva 25. Käsivipu RM (Metson esittelymateriaali, 2003).

#### 4.4 Asennoittimet ja rajakytkimet

Asennoittimet jaetaan kolmeen ryhmään: pneumaattinen, sähköpneumaattinen ja digitaalinen asennoitin. Toisaalta Metsolla on myös toinen jakotapa, älykkäät tuotteet ja analogiset asennoittimet. Lisäksi on vielä rajakytkimet ja asentolähettimet. Uusissa venttiilipaketeissa ne on korvattu mahdollisuuksien mukaan älykkäällä venttiilinohjaimella, joita käytetään suurimmassa osassa Metson valmistamissa venttiilipaketeissa. (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 28.4.2014)

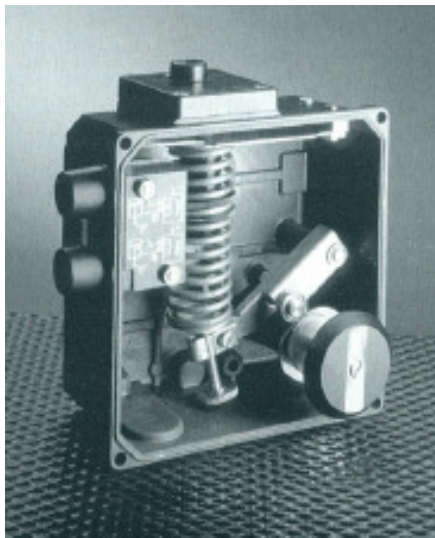
NP700 on Metson valmistama pneumaattinen asennoitin. Se on portaattomasti toimiva ja soveltuu hyvin säätöventtiileille. NP toimii täysin pneumaattisesti. Siihen tulee instrumenttiviesti paineilman muodossa. Paineilma tulee IP-muuntimen kautta, jossa sähköinen instrumenttiviesti on muunnettu pneumaattiseksi. NP:ssä on pneumaattinen luistiyksikkö, joka ohjaa toimilaitetta, joka kääntää venttiilin akselia. Asennoitin toimii vakio syöttöpaineella, joka vaihtelee 20 – 100 kPa, riippuen toimilaitteen koosta. (Neles myyntiesite, 2000)



NP asennoittimia valmistetaan neljää eri kokoa ja se soveltuu sekä sylinteri- että kalvo-toimilaitteen kanssa käytettäväksi. Kotelon vankka rakenne ja osien pieni määrä sekä jämäkkä kiinnitys takaavat asennoittimen hyvän tärinän keston. Siinä on myös suunnanvaihtokappaleen ja ohjauslevyn kääntämisellä toisin päin mahdollista vaihtaa asennoittimen toiminta suoraksi tai käänteiseksi. Ei tarvitse kajota asennoittimen ja toimilaitteen väliseen putkitukseen lainkaan. Saatavana myös rakennevaihtoehto, joka soveltuu räjähdysvaarallisille alueille. (Neles myyntiesite, 2000)

NP asennoittimia käytetään kohteissa, joissa on hyväkuntoinen IP-muunnin ja vuodoton ohjausilmaputkitus. Mikäli putkitus on päässyt heikkoon kuntoon tai IP-muunnin ei enää toimi, valitaan asennoittimeksi NE tai ND. NP:n myyntiosuus huollon myymistä asennoittimista on noin 5 %. (Rimpisalo 29.4.2014, haastattelu)

Alla olevassa kuvassa 26 on Neleksen valmistama NP7 asennoitin kansi avattuna. Vasemmassa laidassa näkyy luistiyksikkö, ylhäällä tuloilman liitäntä, keskellä takaisinkytkentäjousi ja alhaalla oikealla ohjauslevy vipuineen.

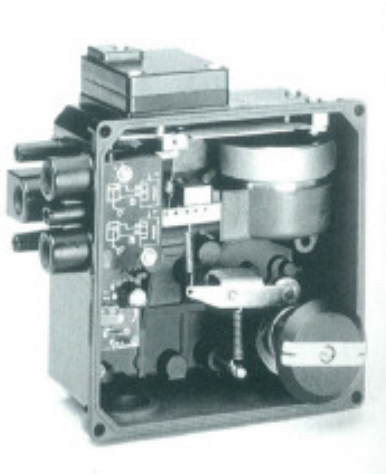


Kuva 26. Neleksen NP7 asennoitin kansi avattuna (Koskinen 2003, 332).

Sähköpneumaattinen NE asennoitin toimii muuten lähes samoin kuin pneumaattinen NP asennoitin, mutta instrumenttiviesti tulee sähköisesti. NE asennoittimet toimivat säätimestä tulevalla mA-viestillä. Valmistetaan käyttämällä samoja kotelomalleja kuin NP asennoittimissa. Siinä on luistiyksikkö, kestomagneetti, uppokela ja säätölevy

vipuineen. NE:n myyntiosuus huollon myymistä asennoittimista on noin 15 %. Myös NE- asennoittimia valmistetaan neljää eri kokoa. Sen liitännäsvastus on 190 ohmia. (Neles myyntiesite, 2000)

Alla olevassa kuvassa 27 on Neleksen valmistama NE7 sähköpneumaattinen asennoitin kansi avattuna.



Kuva 27. Neleksen NE7 asennoitin kansi avattuna (Koskinen 2003, 332).

Edellä mainitut analogiset asennoittimet tarvitsevat useimmiten lisävarusteeksi rajakytkimen NI tai NK tai asentolähtetimen NT. Rajakytkintä käytetään varmistamaan venttiilin asento sulku- tai auki- asennossa. NK- sarjan rajakytkimeen voidaan asettaa kaksi tai neljä laukaisupistettä. Ne ovat säädettävissä portaattomasti. (Rimpisalo 29.4.2014, haastattelu)

Asentolähtetimestä voidaan tarkkailla venttiilin asentoa kokoaikaisesti. NT- sarjan asentolähtetin toimii kosketuksettomasti ja tarkasti. Rakenne soveltuu myös räjähdysvaarallisiin tiloihin. (Rimpisalo 29.4.2014, haastattelu)

Uudet rajakytkimet ovat tyyppinimeltään Neles Quartz, Neles Eclipse, Neles SolaR ja Neles Axiom. Quartz on suunniteltu räjähdysvaarallisiin tiloihin. Sitä on saatavana kolmea eri versiota, räjähdysuojattua QX, luonnostaan vaaraton QN sekä yleiskäyttöinen QG. Quartzia on saatavana useilla erilaisilla kytkimillä ja antureilla sekä asentolähtetimiä. Lisäksi on saatavissa mahdollisuus kenttäväyläkommunikaatioon. Mekaanisia lähestymiskytkimiä on tarjolla kahdella, neljällä tai kuudella kytkimellä. Lisäksi on tarjolla erilaisia kytkinvaihtoehtoja asentolähtetimestä tai ilman sekä AS-I ja Foundation

Fieldbus –kenttäväylät. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.sivut) 2014, hakupäivä 2.5.2014)

Alla olevassa kuvassa 28 on Neles Quartz QX -rajakytkin. Kotelon alareunassa on visuaalinen asennon osoitin, auki tai kiinni. Kotelon kiinnitys on varmistettu pienellä ruuvilla.



Kuva 28. Neles Quartz QX –rajakytkin (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.sivut) 2014, hakupäivä 2.5.2014).

Yleiskäyttömalli QG on varustettu kirkkaalla polykarbonaatti kotelolla ja mekaanisilla mikrokytkimillä. Sen kotelo on IP67 suojattu, kuten kaikissa Quartz –malleissa. Siinä on kytkimissä lisäksi LED –ilmaisina asennon mukaan vaihtuvalla värillä. Ne toimivat kuin liikennevalot eli vihreä valo ja vihreä asennonosoitin open tarkoittaa, että venttiili on auki. Punainen valo ja asennonosoitin closed tarkoittaa, että venttiili on kiinni. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.sivut) 2014, hakupäivä 2.5.2014)

QN on luonnostaan vaaraton malli, jolla on ATEX II hyväksyntä. Se on räjähdyskestävä, mutta QX on vielä kestävämpi. Molemmissa on eloksoitu alumiinikotelo, joka on lisäksi uretaanipinnoitettu. Se sopii myös syövyttäviin olosuhteisiin, kuten esimerkiksi sellu- ja paperitehtaisiin. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.sivut) 2014, hakupäivä 2.5.2014)

Neles Eclipse on nykyaikainen elektroniikkaa ja mekaniikkaa sisältävä asennonosoitin. Kotelo ja osoitinrumpu ovat kestäväää Lexan –polykarbonaattia ja muut mekaaniset osat

ovat ruostumatonta terästä. Kotelo on myös ATEX hyväksytty. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 2.5.2014)

Asennon osoitus tapahtuu kahdella puolijohdeanturilla ja punavihreällä osoitinrummul-  
la, joka näkyy jopa 20 metrin korkeudesta ylhäältä alaspäin. Antureissa on erittäin kirk-  
kaat punaiset ja vihreät ledit, jotka osoittavat, onko venttiili auki vai kiinni. (Metso En-  
dress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 2.5.2014)

Neles Eclipseen on valittavissa useita väyläkommunikointimoduuleita. Kaikki on suo-  
jattu epoksiin ja toteutettu puolijohdetekniikalla. Sitä on kaksi mallia, vakio läpiviennil-  
lä ECN ja erikoismikrokytkin versio ECG. ECN soveltuu räjähdysvaarallisiin tiloihin ja  
yleiskäyttöinen ECG räjähdysvaarattomiin sovelluksiin. Alla olevassa kuvassa 29 on  
ECG versio varustettuna mikrolitiittimillä. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#),  
hakupäivä 2.5.2014)



Kuva 29. Neles Eclipsen ECG mallin rajakytkin varustettuna mikrolitiittimillä (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 2.5.2014)

Neles SolaR on yleiskäyttöön suunniteltu venttiilinojauksen rajakytkin. Se on raken-  
teeltaan erittäin yksinkertainen ja kestävä. Kotelo on lujaa polykarbonaattia, joka kestää  
iskuja ja vahvoja kemiallisia aineita. Akseli ja ruuvit sekä muut metalliosat ovat ruos-  
tumatonta terästä. Kansi on kirkasta polykarbonaattia, ja siinä on erittäin selkeä puna-  
vihreä asennon osoitus, joka näkyy jopa 20 metrin päähän. Kansi avautuu osittaiskier-  
rolla ilman työkaluja. Se on silti niin tiivis, että kestää painepesun ja jopa hetkellisen  
upottamisen nesteeseen. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä  
6.5.2014)

Kotelo on yksikertaisen rakenteen ansiosta ”väljä”, jolloin esimerkiksi nokkapyörän asetusten säätö on helppoa. Säätö onnistuu ilman työkaluja, koska nokkapyörä on ns. paina ja viritä –tyyppinen. Alla olevassa kuvassa 30 näkyy kuinka selkeä asennon osoitus on. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.mh.com) 2014, hakupäivä 6.5.2014)



Kuva 30. Metson yleiskäyttöinen SolaR –rajakytkin (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.mh.com) 2014, hakupäivä 6.5.2014)

SolaR –rajakytkimeen on saatavana kattava anturivalikoima. Mekaaniset kytkimet, Maxx-Guard, STT ja Namur kytkimet sekä VCT -väläkkökommunikointimoduulit. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.mh.com) 2014, hakupäivä 6.5.2014)

Neles Axiom on-off –venttiilinohjain yhdistää rajakytkimen ja solenoidiventtiilin ominaisuudet yhteen kompaktiin pakettiin. Tämä venttiilinohjain soveltuu käytettäväksi kaikissa normaaleissa on-off –kohteissa. Se on asennettavissa kaikkien neljänneskierto-venttiilien ja niiden yksi- tai kaksitoimisen toimilaitteen päälle. Soveltuu myös räjähdysvaarallisiin tiloihin. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.mh.com) 2014, hakupäivä 6.5.2014)

Neles Axiomista on saatavana AS-i- ja HART -yhteensopivat versiot. HART –versioon on mahdollista saada DTM –käyttöliittymä. Sen avulla on mahdollista seurata venttiilin kuntoa ja ennakoida mahdollisten prosessihäiriöiden ilmeneminen. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut](http://www.mh.com) 2014, hakupäivä 6.5.2014)

Nykyaikainen venttiilinohjain ND9000- sarjan digitaalinen asennoitin on 80 % myyntisuudellaan suosituin Metso Endress+Hauserin huollon myymistä asennoittimista. Siinä on erinomaiset diagnostiikka- ja tiedonkeru ominaisuudet. Alla olevassa kuvassa 31 on ND9100 älykäs venttiilinohjain. Siinä on erittäin tukeva kotelo. (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 6.5.2014)



Kuva 31. Metson ND9100 älykäs venttiilinohjain (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 6.5.2014).

ND9100 sopii yhteen kaikkien venttiilityyppien ja tiedonkeruujärjestelmien kanssa. Se on helppo liittää useimpiin säätöjärjestelmiin ilman ongelmia. Siinä on sisään rakennettu venttiilin asennon ilmaisin, jolloin käyttäjillä on reaaliaikainen tieto venttiilin asennosta. Se sopii kaikille toimilaitetyypeille, ja sillä on erittäin pieni virrankulutus. (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 6.5.2014)

Sitä on saatavana HART –kommunikointi, PROFIBUS-PA- ja FOUNDATION Fieldbus –väyläratkaisuille. Sillä on mahdollista tallettaa koko sen elinkaaren diagnostiikka laitteen sisään ja ottaa se tarvittaessa sieltä käyttöön. ND9100 venttiilinohjaimen avulla voidaan saada suuria säästöjä prosessin ohjauksessa, koska se toimii niin tarkasti halutulla säädöllä ja mahdolliset huoltotoimenpiteet voidaan suunnitella hyvin etukäteen. (Metso Endress+Hauserin www-sivut 2014, hakupäivä 6.5.2014)

ND9000 –sarjaan kuuluvat ND9200 räjähdysuojatulla kotelolla ja ND9300 haponkestävällä kotelolla varustettuna. Myös kannet ovat haponkestävää terästä. Kuten edellä mainitusta voidaan päätellä, soveltuu ND9200 parhaiten räjähdysvaarallisiin tiloihin, kun taas ND9300 soveltuu ruostuttaviin olosuhteisiin, joissa vaaditaan myös teknistä materiaalin lujuutta. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.5.2014)

Neles ValvGuard VG9000 on uuden tuoteperheen nykyaikainen turventiili ohjain. Siinä on osaiskutestausominaisuus, jolla hätäsulku- ja varoventtiileitä voidaan testata prosessin käynnin aikana. Testauksessa VG9000 –venttiilin ohjain liikauttaa venttiiliä hieman säännöllisin väliajoin, jolla varmistetaan venttiilin toiminta tositilanteessa. Normaalisti jokin turva- tai varoventtiili voisi olla hyvinkin pitkiä aikoja käyttämättömänä, jolloin kiinni juuttumisen mahdollisuus kasvaa. Turva- ja varoventtiilien toiminta on prosessiteollisuuden tärkeimpiä tulipalojen ja räjähdysten estäjiä. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.5.2014)

VG9000 vastaa rakenteeltaan ND9200 ja ND9300 malleja, mutta siihen on sisään rakennettu lisäominaisuuksia, kuten esimerkiksi rajakytkin. Tällä on vältetty ylimääräisen instrumentoinnin lisääminen. Osaiskutestin lisäksi siinä on simuloitu hätäsulkutesti ja sisäinen pneumatiikkatesti sekä ajonaikainen hälytysjärjestelmä. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.5.2014)

Neles SwitchGuard on Metson kehittämä älykäs venttiilin ohjain, joka on tarkoitettu sulku- ja sekvenssisovelluksiin. Sen avulla venttiilin avautumista ja sulkeutumista voidaan säätää erikseen. Tiedetyt sovellukset vaativat sulkuun ja avaukseen erilaisen toimintakäyrän. Tällä pyritään välttämään putkistoon kohdistuvia paineiskuja. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.5.2014)

SwitchGuard vastaa rakenteeltaan yllä mainittuja älykkäitten venttiilin ohjaimien malleja. Siihen on saatavana laaja valikoima erilaisia auki/kiinni profiileja. Siinä on myös erittäin pitkälle kehitetty diagnostiikka, joka auttaa ennakko huoltotoimenpiteiden suunnittelua ja vähentää huoltokustannuksia. (Metso Endress+Hauserin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.5.2014)

## 5 CASE NELES - BRAY

### 5.1 Brayn läppäventtiili

Bray valmistaa muun muassa valurunkoisia läppäventtiileitä useilla eri materiaalivaihtoehtoilla. Saatavana olevat materiaalit ovat:

- valurauta
- takoteräs
- hiiliteräs
- ruostumaton teräs
- alumiini
- nikkeli alumiinipronssi

(Brayn myyntiesite, 2012)

Kaikki pesät ovat kumi-, muovi- tai teflonvuorattuja, joka toimii samalla tiivisteinä. Läppää on saatavana usealla eri materiaalilla. Brayn läppäventtiileissä käyttöakselin toimilaiteliitoksen pään poikkileikkaus on niin sanottu kaksois-D eli siihen on koneistettu vastakkaiset samansuuntaiset tasot akselin lieriöpinnalle. Alla olevassa kuvassa on Brayn kumivuorattuja läppäventtiileitä sarjaa 20/21, edessä malli Wafer ja takana Lug. (Brayn myyntiesite, 2012)



Kuva 32. Brayn 20/21 sarjan kumivuoratut läppäventtiilit (Brayn myyntiesite, 2012).



## 5.2 Väliholkit

Väliholkkien suunnittelua varten laadittiin taulukko, jossa on Brayn läppäventtiilin akselin halkaisija ja sen tasojen muodostama paksuus. Taulukkoon ne on merkitty kohtaan suorakaide, jossa toinen mitta vastaa akselin halkaisijaa ja toinen mitta paksuutta tasojen kohdalta. Taulukkoon merkitty reikä tarkoittaa holkin toisesta päästä koneistettavaa niin sanottua vapaareikää, koska suorakaiteen koneistaminen koko holkin pituudelta olisi tarpeetonta ja hankalaa.

Taulukkoon on merkitty myös holkin ulkohalkaisija ja pituus sekä kiilauran mitat. Metson Neles –toimilaitteissa on tuumamitoituksella tehdyt kiilaurat, mutta reikä on tasamillimetreinä. Siitä johtuen taulukossa olevat kiilauran leveydet eivät ole tasamillimetreinä. Esimerkiksi ¼ tuumaa on 6,35 millimetriä. Lisäksi taulukkoon on merkitty venttiilin koko ja sen liitostaso ns. F-taso sekä toimilaitteeseen sopii. Taulukko 1 on esitetty alla. Kaikki mitat ovat millimetreinä.

Taulukko 1. Holkkitaulukko

<b>Brayn läppäventtiilin holkit</b>							
	<b>holkin</b>						
<b>venttiili</b>	<b>ulko d</b>	<b>pituus</b>	<b>suorakaide</b>	<b>reikä</b>	<b>kiilaura</b>	<b>F-taso</b>	<b>toimilaitteet</b>
DN50	25,0	40,0	14,0x10,0	14,2	6,35x27	F07	B1C6
DN65	25,0	40,0	14,0x10,0	14,2	6,35x27	F07	B1C6
DN65	35,0	48,0	14,0x10,0	14,2	9,52x30	F07	B1C9, B1J8
DN80	35,0	48,0	14,0x10,0	14,2	9,52x30	F07	B1C9, B1J8
DN100	35,0	48,0	16,0x11,0	16,2	9,52x30	F07	B1C9, B1J8
DN125	35,0	48,0	19,0x13,0	19,3	9,52x30	F07	B1C9, B1J8
DN125	40,0	75,0	19,0x13,0	19,3	9,52x40	F07/F10	B1C11, B1J10
DN150	40,0	75,0	19,0x13,0	19,3	9,52x40	F07/F10	B1C11, B1J10
DN200	55,0	88,0	22,0x16,0	22,4	12,7x50	F12	B1C13, B1J12
DN200	55,0	88,0	22,0x16,0	22,4	12,7x50	F12/F14	B1C17, B1J16
DN200	70,0	105,0	22,0x16,0	22,4	19,05x60	F12/F14	B1C20, B1J20
DN250	55,0	88,0	30,0x22,0	30,4	12,7x50	F12	B1C13, B1J12
DN250	55,0	88,0	30,0x22,0	30,4	12,7x50	F12/F14	B1C17, B1J16
DN250	70,0	105,0	30,0x22,0	30,4	19,05x60	F12/F14	B1C20, B1J20
DN300	55,0	88,0	30,0x22,0	30,4	12,7x50	F12	B1C13, B1J12
DN300	55,0	88,0	30,0x22,0	30,4	12,7x50	F12/F14	B1C17, B1J16
DN300	70,0	105,0	30,0x22,0	30,4	19,05x60	F12/F14	B1C20, B1J20

Lisäksi taulukosta ilmenee ne tapaukset, joissa voidaan käyttää suurempaa toimilaitetta, kuin vakio F-tason mukaan on mahdollista. Toisinaan venttiili tarvitsee vahvemman toimilaitteen ja silloin voidaan käyttää välilevyä/välilevyjä joilla F-tason kokoa saadaan kasvatettua. Esimerkiksi F07 kasvatetaan F10:ksi, taulukkoon on merkitty F07/F10. Holkkiin sorvataan lukkorengasura estämään holkkia liukumasta toimilaitteen kotelon sisään. Joissakin holkeissa on kaksi lukkorengasuraa, koska kyseisiä holkkeja voidaan käyttää ilman välilevyjä sekä niiden kanssa. Holkin ja lukkorengaan sekä välilevyjen että ruuvien materiaaliksi valikoitui ruostumaton teräs, koska venttiilit toimilaitteineen ovat usein korroosiota aiheuttavissa olosuhteissa.

Alun perin oli tarkoitus, että yllä mainitun taulukon mukaiset holkit riittävät kattamaan tulevat tarpeet. Myöhemmin päätettiin kuitenkin suunnitella vielä porraskiilat, joiden avulla voidaan hyödyntää olemassa olevia holkkimalleja ja saadaan yhdistettyä isompia Brayn läppäventtiileitä ja Neles toimilaitteita. Porraskiiloistakin laadittiin taulukko, josta kiilojen mitat ja käyttökohteet selviävät.

DN350 – DN500 kokoluokassa Brayn läppäventtiileissä on käyttöakselin pää lieriö, johon on koneistettu kiilaura. Kiila on metrijärjestelmän mukaan mitoitettu ja kuten edellä mainittiin Neles –toimilaitteissa on tuumamitoituksen mukaiset kiilaurat. Myös Metson valmistamissa Neles –venttiileissä on valmiiksi tehtynä kiilaurat tuumamitoituksella. Sen vuoksi tuotevarastossa olevat holkit ovat myös samalla kaavalla tehtyjä.

Alla olevaan taulukkoon 2 on merkitty holkit ja porraskiilat sekä venttiilit että toimilaitteet kokoluokkiin DN350 – DN500.

Taulukko 2. Porraskiilataulukko

<b>Brayn laippaventtiilin holkit ja porraskiilat</b>							
	<b>holkin</b>						
<b>venttiili</b>	<b>ulko d</b>	<b>pituus</b>	<b>porraskiila</b>	<b>akselin d</b>	<b>kiilaura</b>	<b>F-taso</b>	<b>toimilaitteet</b>
DN350	55,0	64,0	10/9,5x45	35,0	12,7x60	F12	B1C13, B1J12
DN350	55,0	64,0	10/9,5x45	35,0	12,7x60	F12/F14	B1C17, B1J16
DN350	70,0	84,0	10/9,5x45	35,0	19,05x80	F12/F14	B1C20, B1J20
DN400	55,0	64,0	10/9,5x45	35,0	12,7x60	F12	B1C13, B1J12
DN400	55,0	64,0	10/9,5x45	35,0	12,7x60	F12/F14	B1C17, B1J16
DN400	70,0	84,0	10/9,5x45	35,0	19,05x80	F12/F14	B1C20, B1J20
DN450	95,0	100,0	12/12,7x55	50,0	22,22x96	F16	B1C25, B1J25
DN500	95,0	100,0	12/12,7x55	50,0	22,22x96	F16	B1C25, B1J25

Porraskiilan pituus on määritelty Brayn läppäventtiilin akselissa olevan kiilauran mukaan. Tuon kokoluokan läppäventtiileitä arvioitiin menevän niin harvoin, että kokonaan omien holkkien suunnitteleminen ja valmistuttaminen katsottiin tarpeettomaksi, jolloin päädyttiin porraskiilaan.

Välilevyjen suunnitteluun päädyttiin, koska käytännössä vaikeissa teollisuuden olosuhteissa venttiili tarvitsee toisinaan isomman toimilaitteen. Erilaiset venttiilien ja toimilaitteiden mitoitusohjelmat ehdottavat aivan liian pieniä toimilaitteita. Mikäli venttiiliin asennetaan liian pieni toimilaite, voi venttiilin liike mennä nykiväksi. Tarttuvat ja tahmaavat väliaineet voivat aiheuttaa sulkuelimen takertumisen venttiilin pesään ja silloin tarvitaan reilusti voimaa sen irrottamiseen.

Alla olevasta taulukosta 3 selviää kunkin Brayn läppäventtiilikoon tarvitsemat liitososat. Joillekin venttiileille on useampia holkkeja ja toimilaitteita.

Taulukko 3. Liitososien valintataulukko

<b>Liitososien valintataulukko</b>				
<b>venttiilin</b>			<b>uppokoloruuvi</b>	
<b>koko</b>	<b>holkki</b>	<b>välilevy</b>	<b>DIN 7991, RST</b>	<b>toimilaitteet</b>
DN50	25-14-10	-	-	B1C6
DN65	25-14-10	-	-	B1C6
	35-14-10	-	-	B1C9, B1J8
DN80	35-14-10	-	-	B1C9, B1J8
DN100	35-16-11	-	-	B1C9, B1J8
DN125	35-19-13	-	-	B1C9, B1J8
	40-19-13	F07/F10	M10x40, 4kpl	B1C11, B1J10
DN150	40-19-13	F07/F10	M10x40, 4kpl	B1C11, B1J10
DN200	55-22-16	-	-	B1C13, B1J12
	55-22-16	F12/F14	M10x20, 8kpl M16x30, 4kpl	B1C17, B1J16
	70-22-16	F12/F14	M10x20, 8kpl M16x30, 4kpl	B1C20, B1J20
DN250	55-30-22	-	-	B1C13, B1J12
	55-30-22	F12/F14	M10x20, 8kpl M16x30, 4kpl	B1C17, B1J16
	70-30-22	F12/F14	M10x20, 8kpl M16x30, 4kpl	B1C20, B1J20
DN300	55-30-22	-	-	B1C13, B1J12
	55-30-22	F12/F14	M10x20, 8kpl M16x30, 4kpl	B1C17, B1J16
	70-30-22	F12/F14	M10x20, 8kpl M16x30, 4kpl	B1C20, B1J20

## 6 POHDINTA

Tämän työn tekeminen oli hyvin mielenkiintoista, koska minulla oli hyvin vähän aikaisempaa kokemusta tai tietämystä venttiileistä ja niihin liittyvistä oheislaitteista. Tiesin nimen Neles ja siitä mielikuvan korkeasta teknologisesta osaamisesta ja laadusta. Opin paljon uutta asiaa työn tekemisen myötä.

Tarkoituksena oli kertoa prosessiventtiileistä ja niihin liittyvistä toimilaitteista ja asennoittimista pintapuolisesti ja lyhyesti. Niistä muodostuikin lopullisen työn pääosa, koska varsinainen suunnittelutyö oli kohtalaisen helppo. Yritin kuitenkin olla menemättä liian syvälle eri komponenttien sisältöön ja sielunelämään. Edellä mainituista johtuen työ muodostui kuitenkin varsin haasteelliseksi toteuttaa aikataulun puitteissa. Aikataulu venyi loppupäästä noin viikolla tai kahdella.

Toimeksiantaja oli kuitenkin lopulta tyytyväinen työn valmistumiseen ja teettämiseen. Nyt heillä on työkalu, jonka avulla he voivat tilata liitososia. Lisäksi heillä on työkalu, jonka avulla saadaan koottua liitososat paketeiksi.

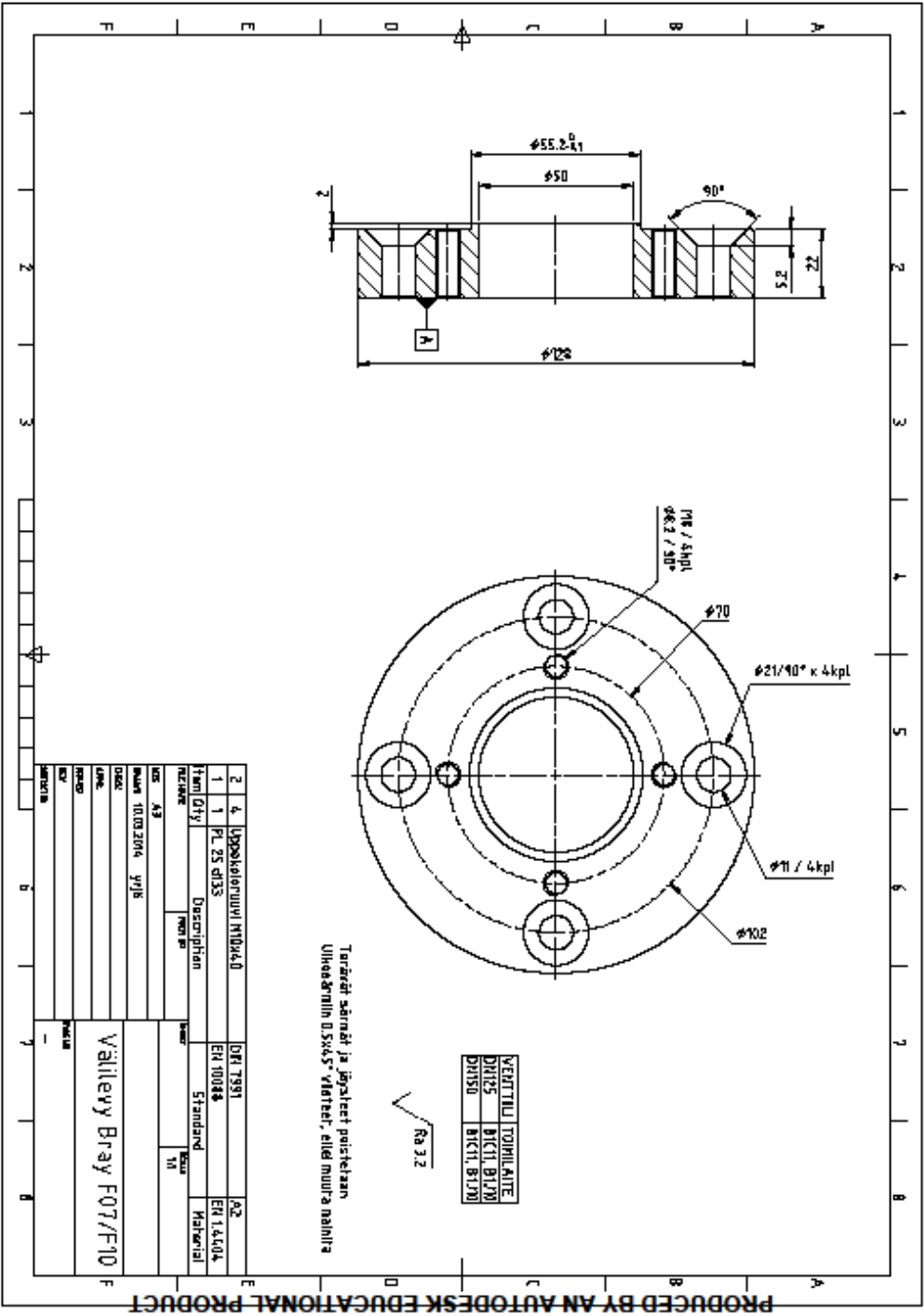
## LÄHTEET

- Auma, Products, Multi-turn actuators, open-close actuators SVC, Hakupäivä 24.4.2014  
<[http://www.auma.com/uploads/media/sp\\_import2/schnittbilder/antriebe/gsb\\_svr1\\_05\\_07\\_parallel.pdf](http://www.auma.com/uploads/media/sp_import2/schnittbilder/antriebe/gsb_svr1_05_07_parallel.pdf)>
- Bray, myyntiesite, 2012
- Flowrox, Tuotteet, Letkuventtiilit, Levyluistiventtiilit, Kiilaluistiventtiilit, Hakupäivä 24.4.2014  
<[www.flowrox.com](http://www.flowrox.com)>
- Isometsä, Kari, Aluemyyntipäällikkö, Metso Endress+Hauser Oy, Kemi, Haastattelu 20.3.2014
- Koskinen, Jouko 2003. Neles Nelimarkan oivalluksista maailmanmaineeseen. Jyväskylä: Gummerus
- Koskinen, Jouko, Neleksen historiaa toimitusjohtaja 1980-1996, Neles Oy, Papermakerswiki 2013  
<<http://www.papermakerswiki.com/content/827-neles-s%C3%A4%C3%A4t%C3%B6venttiilit>>
- Metso.com. Kuvahaku, Hakupäivä 27.3.2014.  
<[http://valveproducts.metso.com/DocDB/catalogs/catalog.taf?pg\\_parent=333](http://valveproducts.metso.com/DocDB/catalogs/catalog.taf?pg_parent=333)>
- Metso, Metso yrityksenä, Hakupäivä 19.3.2014  
<[www.metso.com](http://www.metso.com)>
- Metson esittelymateriaali, 2003, 2013, PowerPoint
- Metso Endress+Hauser, Tuotteet, Metso-venttiilit, Hakupäivä 10.3.-6.5.2014  
<[www.metsoendress.com](http://www.metsoendress.com)>
- Metso Endress+Hauser, 2013, esittelymateriaali
- Neles myyntiesite, 2000, 2001
- Oulun Seudun ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikka 1. kohta 3.2 Toimilaite-ohjaukset. Hakupäivä 26.3.2014  
<[http://www.tekniikka.oamk.fi/~tero/hi/auto1\\_s2006u.htm#\\_Toc147132885](http://www.tekniikka.oamk.fi/~tero/hi/auto1_s2006u.htm#_Toc147132885)>
- Rimpisalo, Kari, Myyntipäällikkö, Metso Endress+Hauser Oy, Kemi, Haastattelu 24.4.2014 ja 29.4.2014
- Räty, Toni 2011, Tuotepäällikkö, Metso Automation Fieldsystems, Metson koulutusmateriaali

## LIITTEET

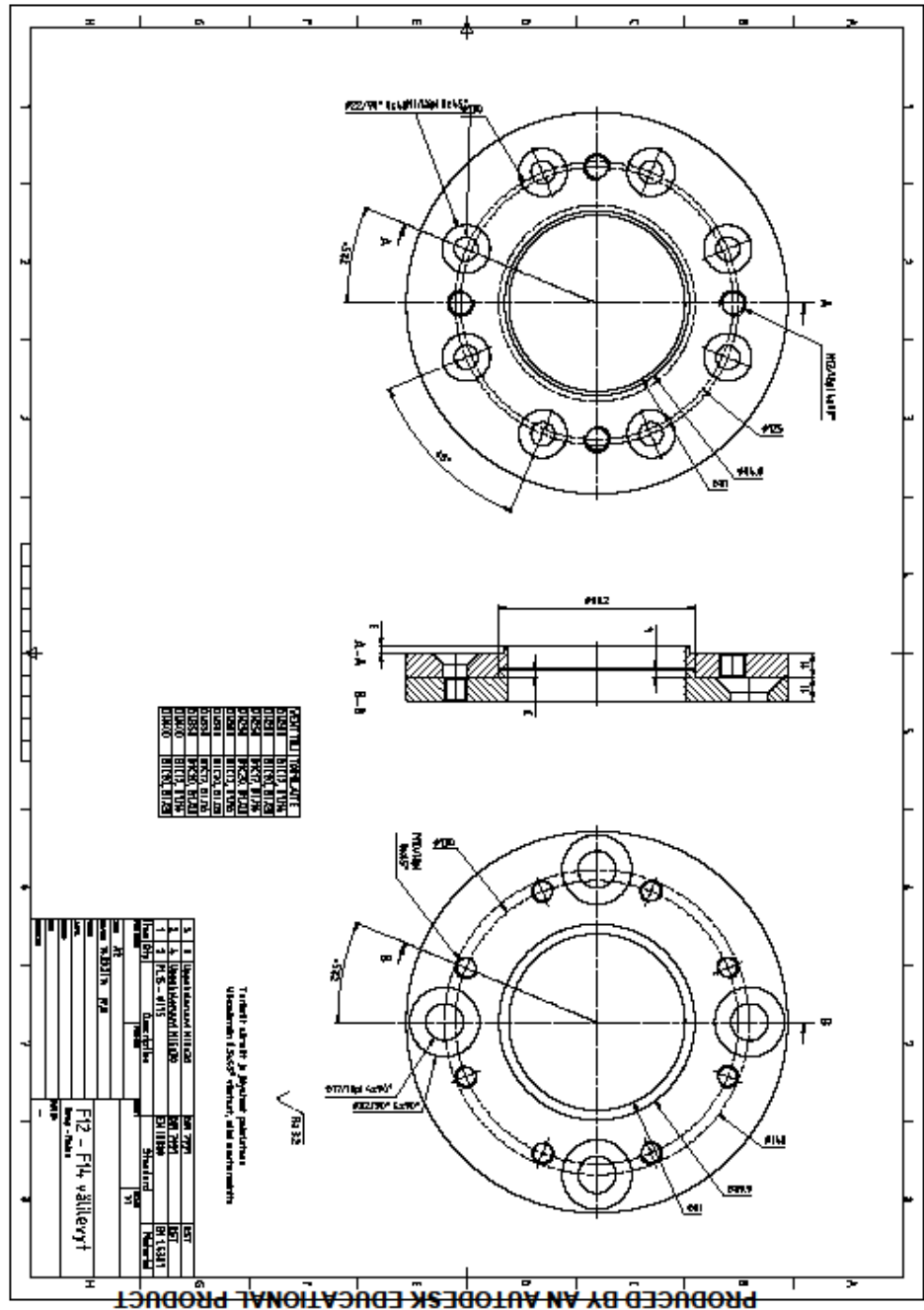
Liite 1.	Välilevy F07_F10
Liite 2.	Välilevyt F12_F14
Liite 3.	Holkki d25_14_10
Liite 4.	Holkki d35_14_10
Liite 5.	Holkki d35_16_11
Liite 6.	Holkki d35_19_13
Liite 7.	Holkki d40_19_13
Liite 8.	Holkki d55_22_16
Liite 9.	Holkki d55_30_22
Liite 10.	Holkki d70_22_16
Liite 11.	Holkki d70_30_22
Liite 12.	Porraskiila 10 - 9,5
Liite 13.	Porraskiila 12 - 12,7

Liite 1



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

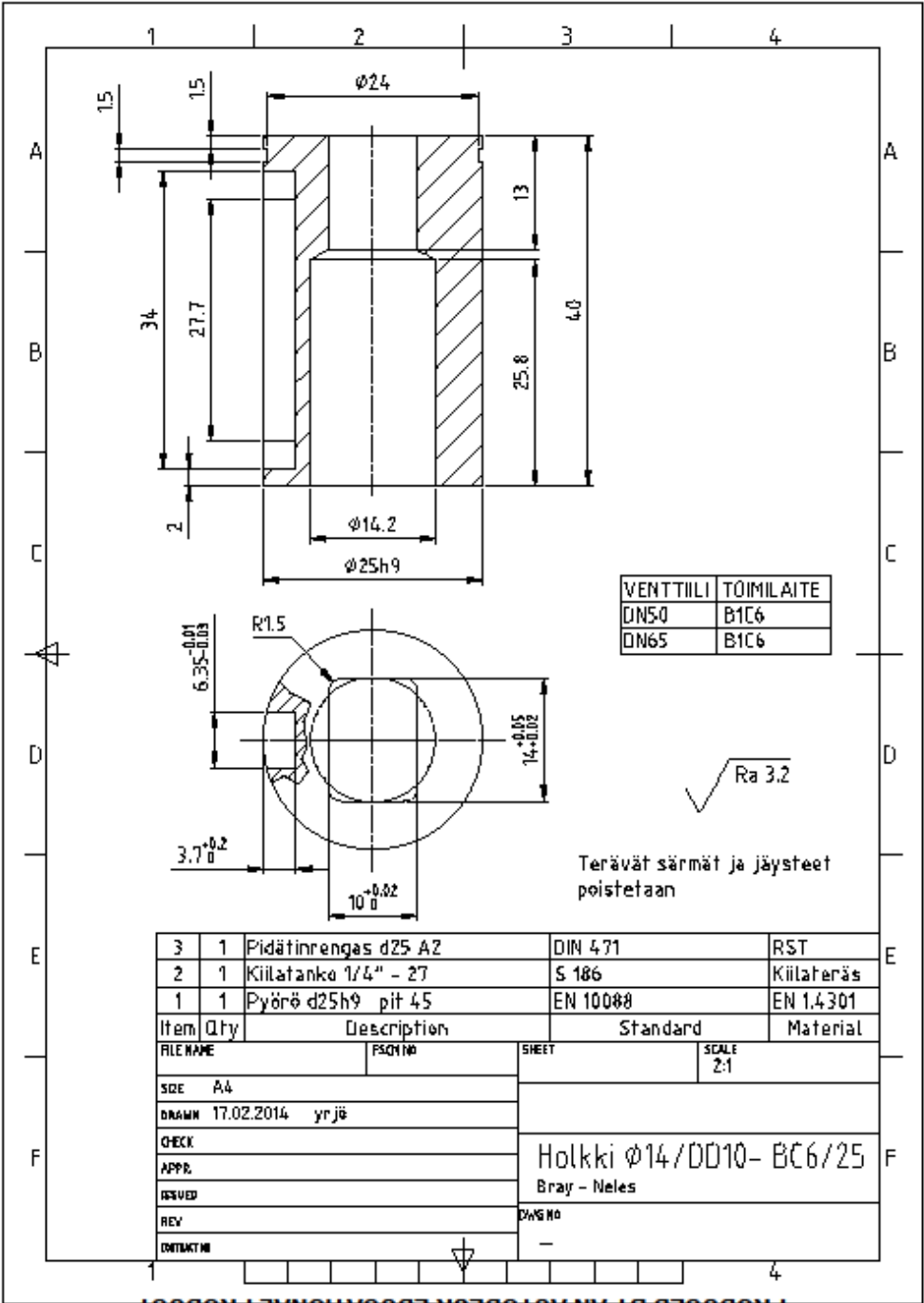
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

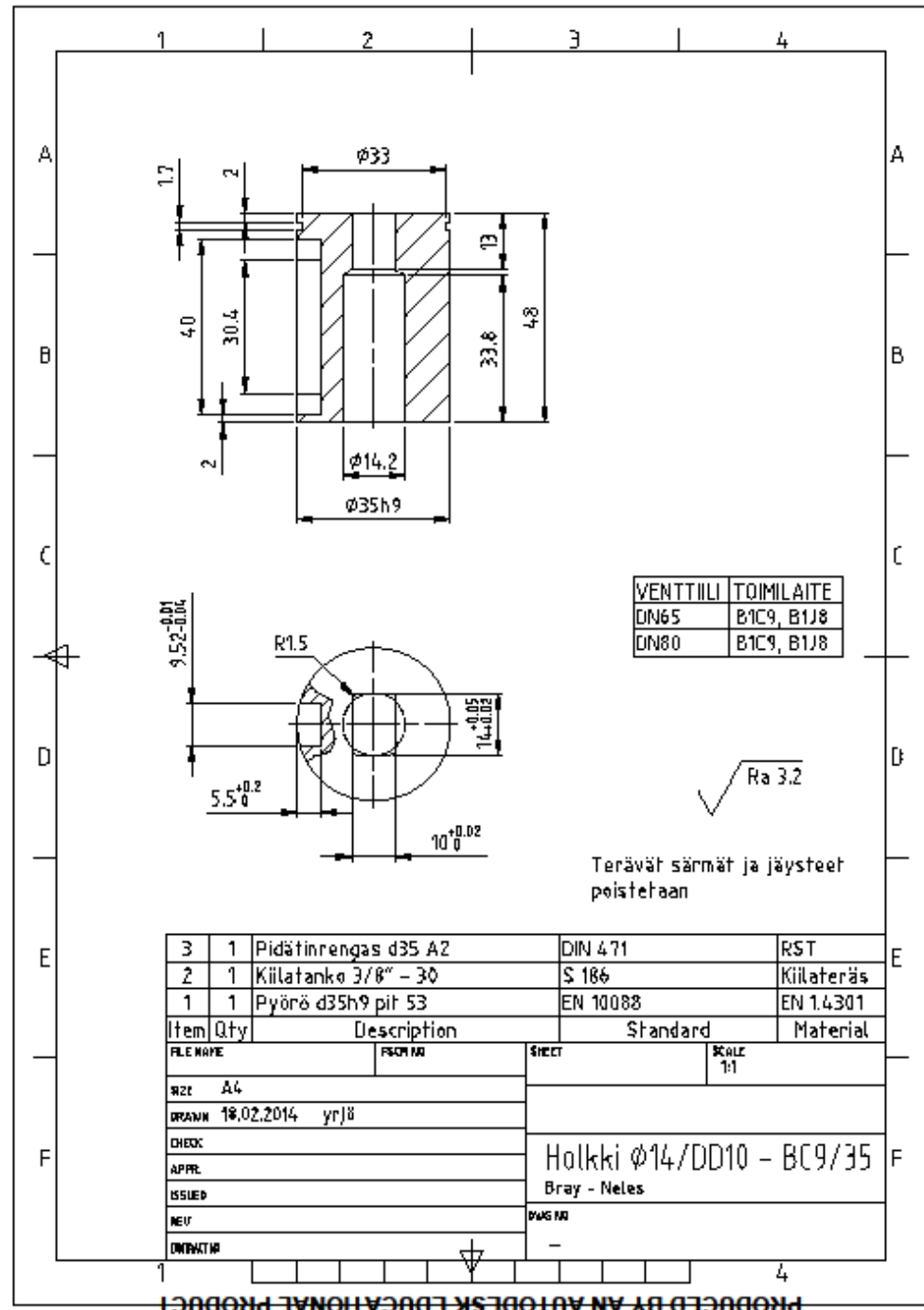
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



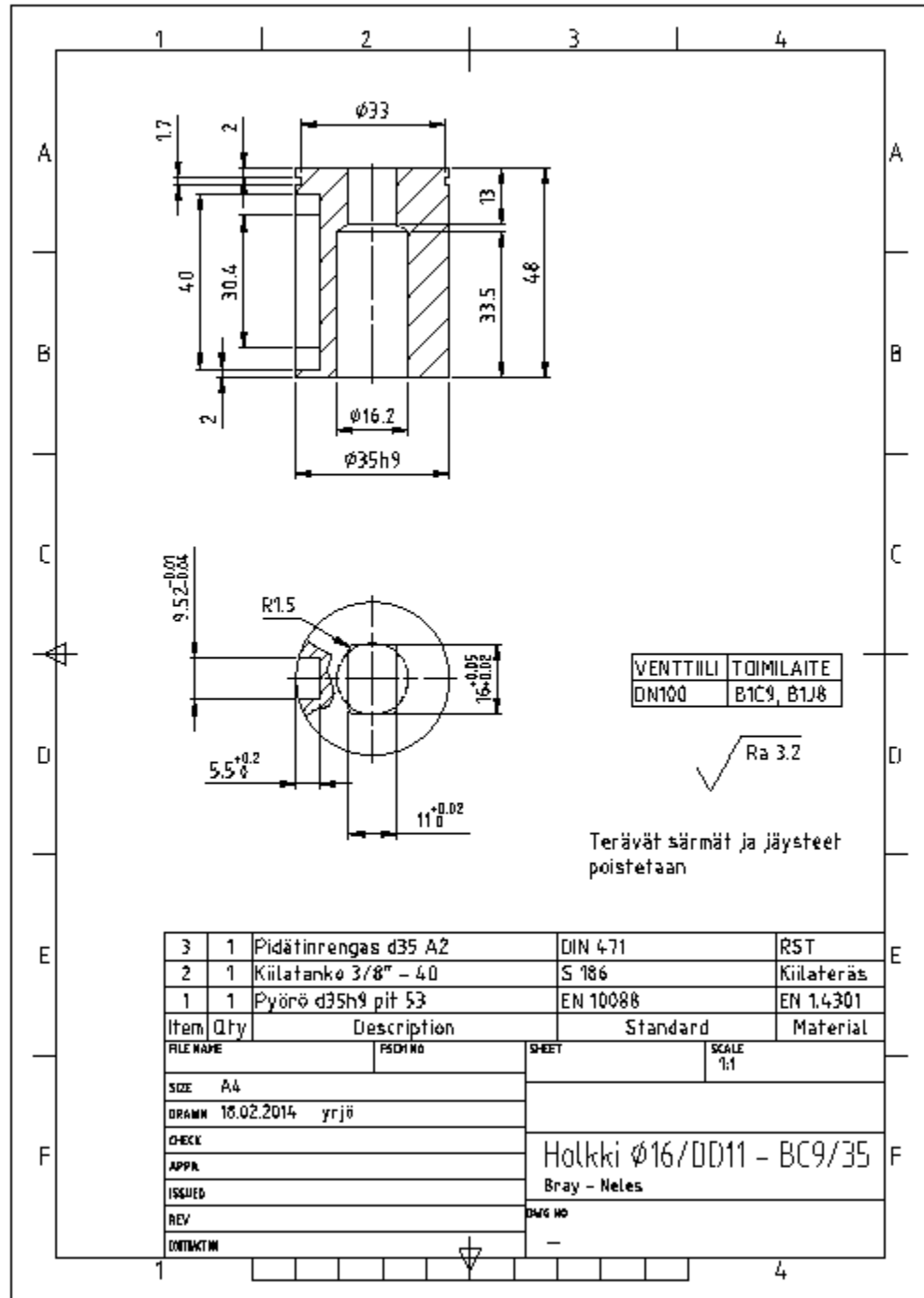
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

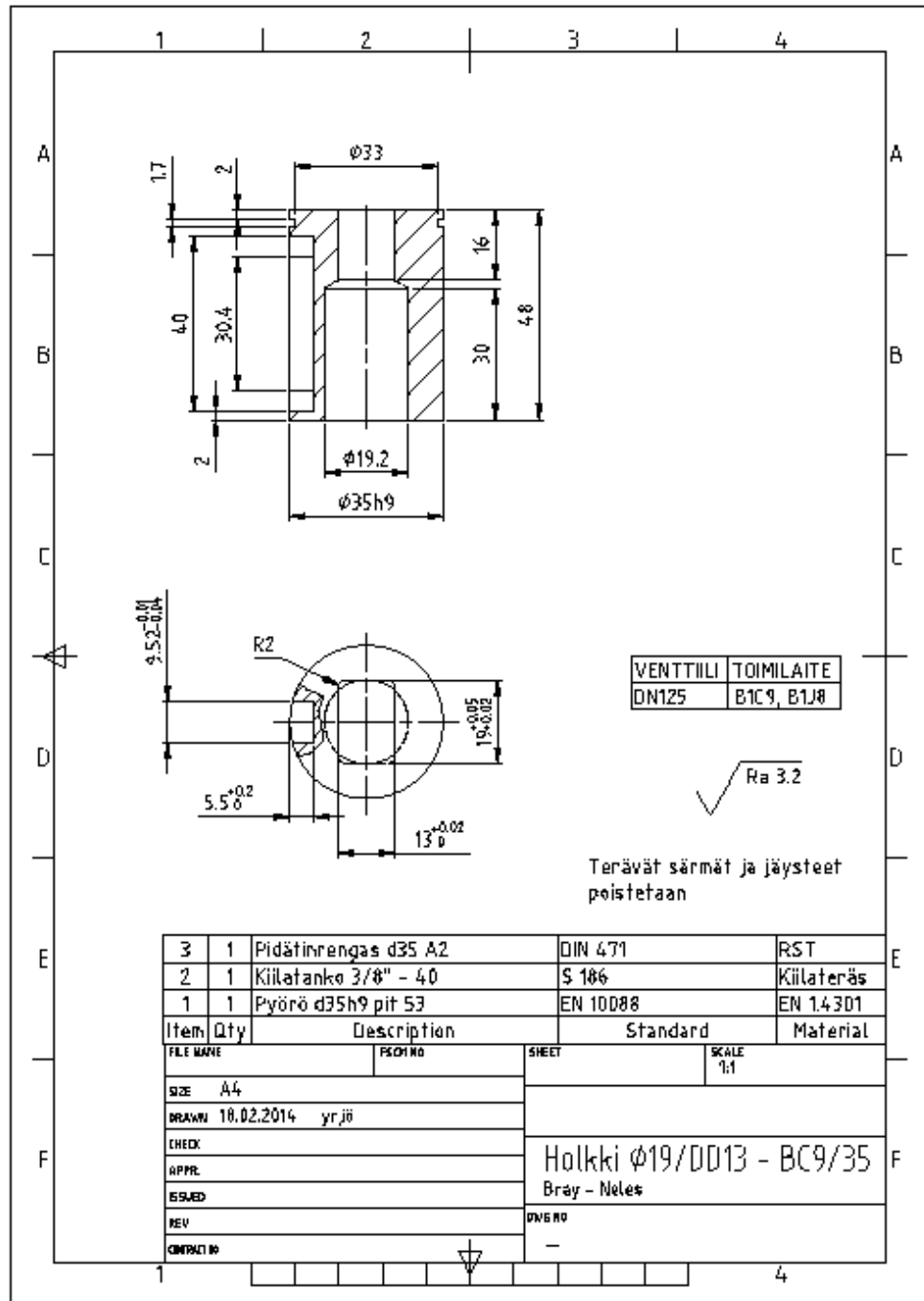


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

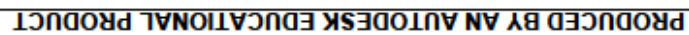
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

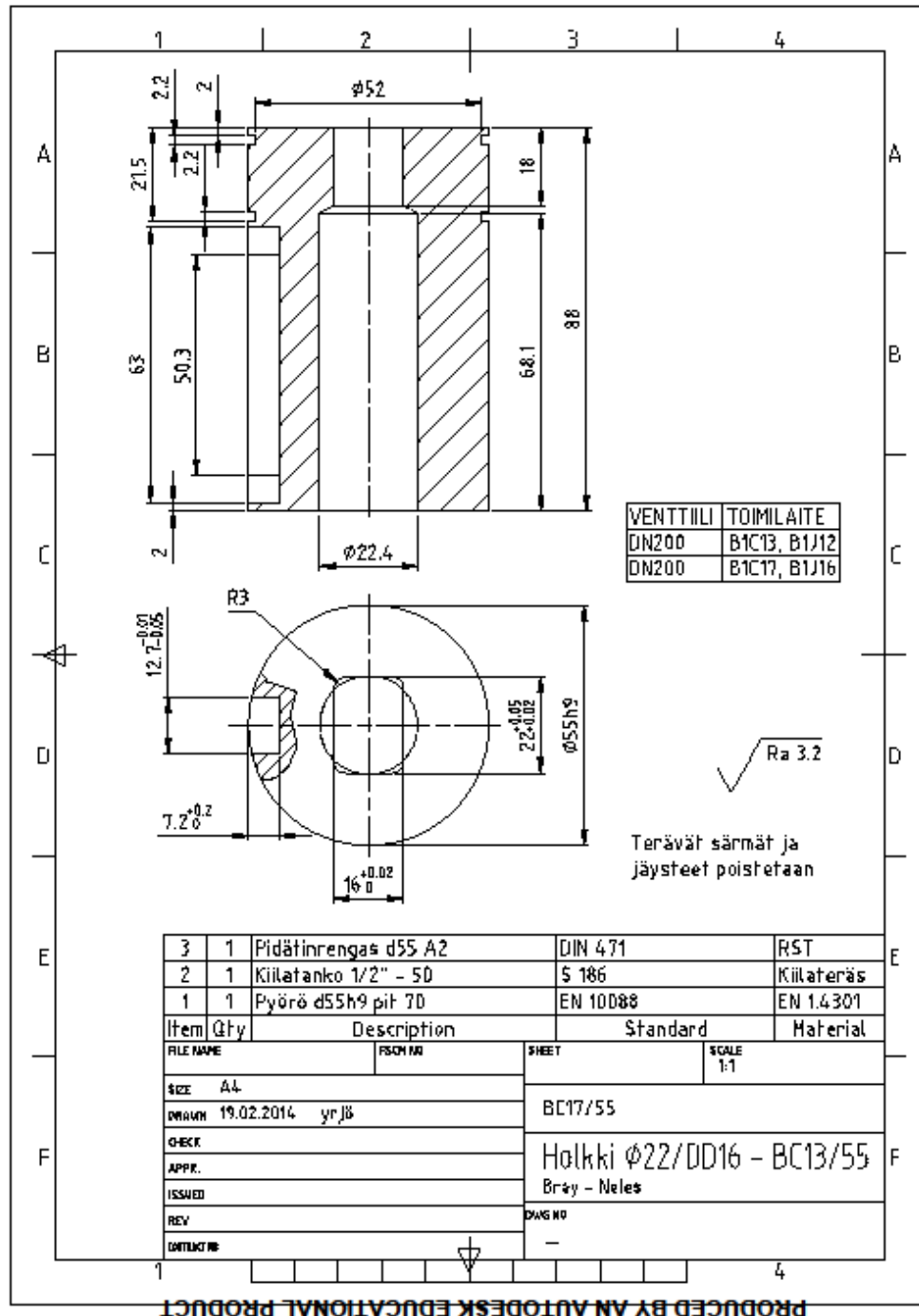
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

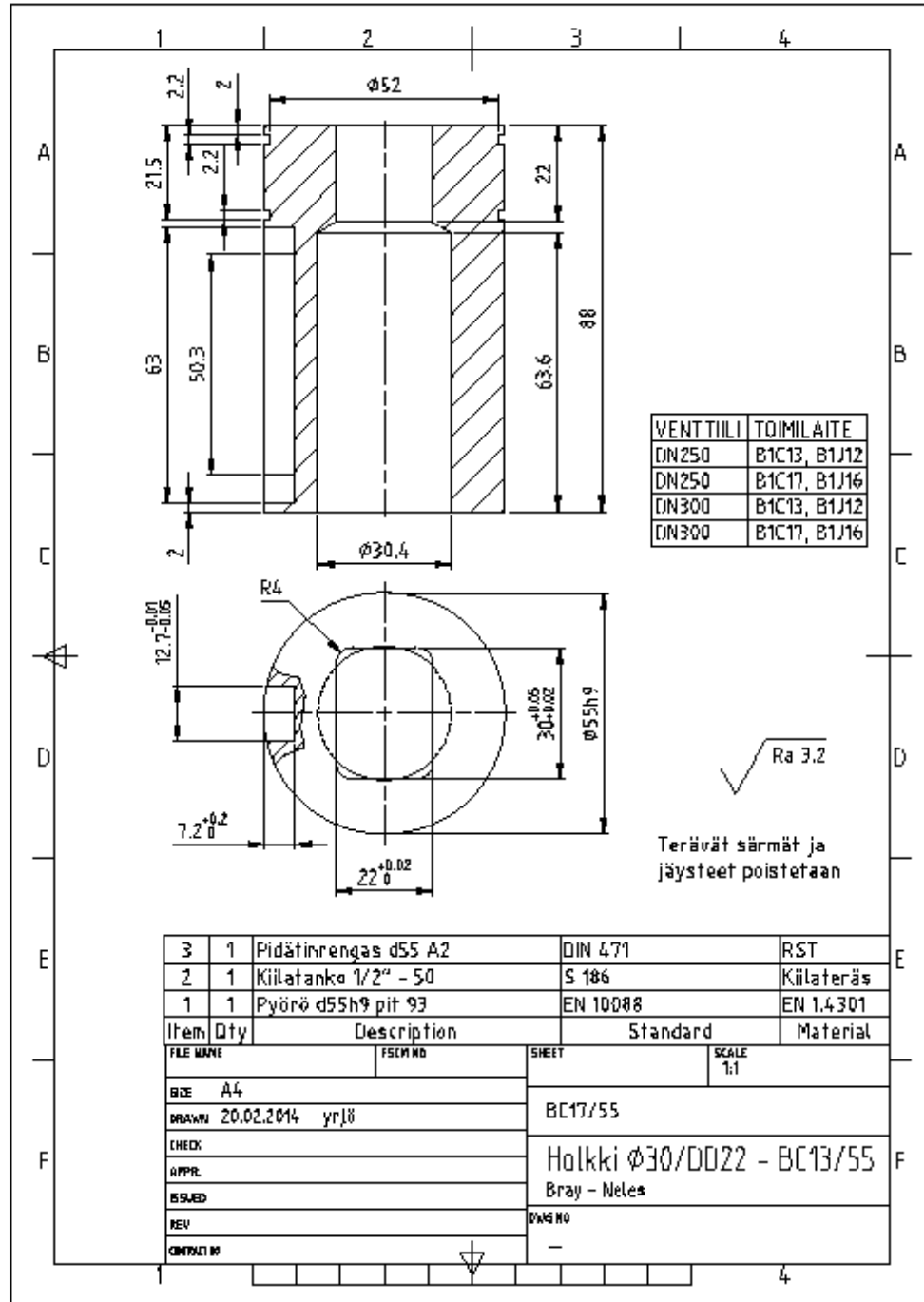


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

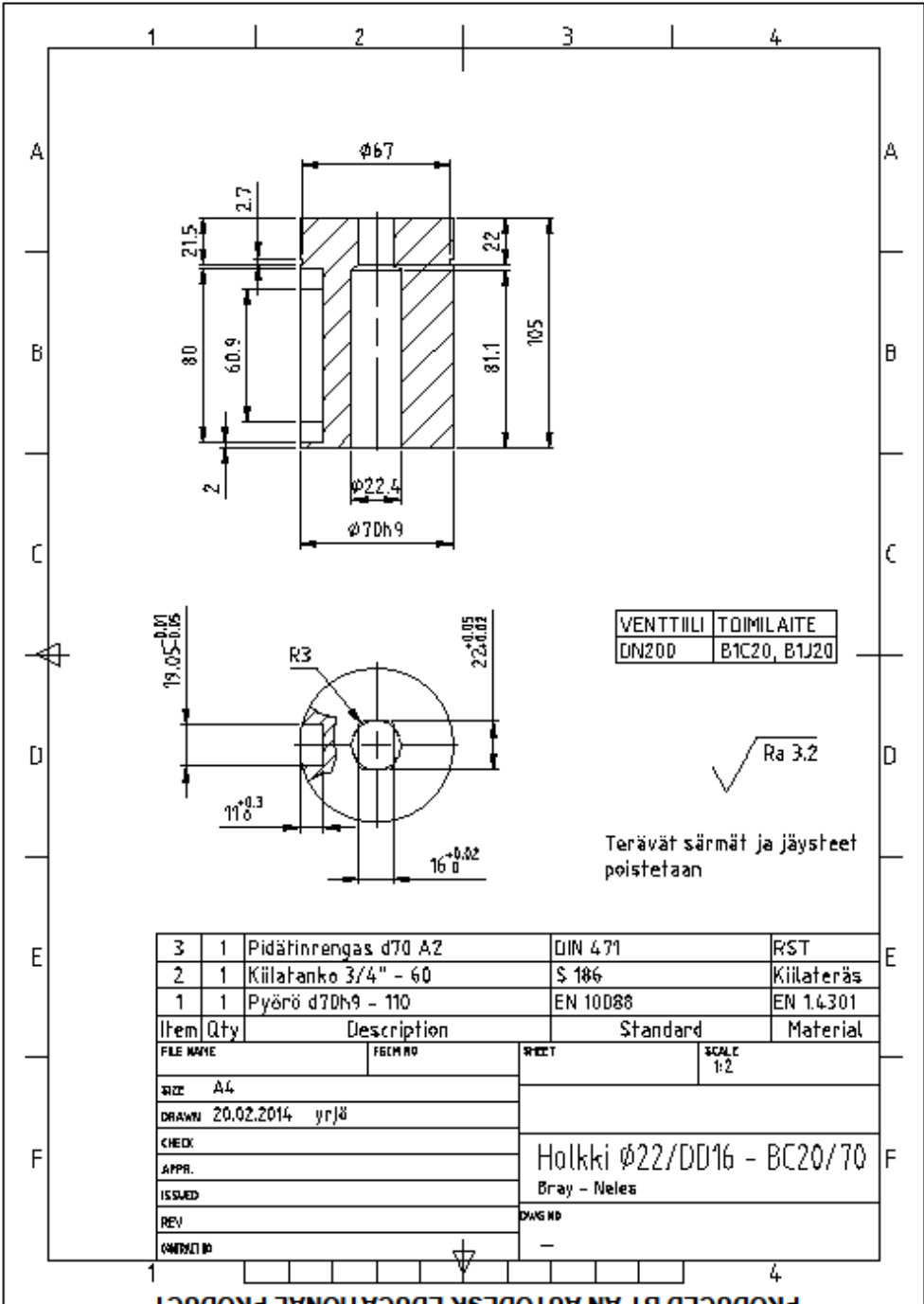


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



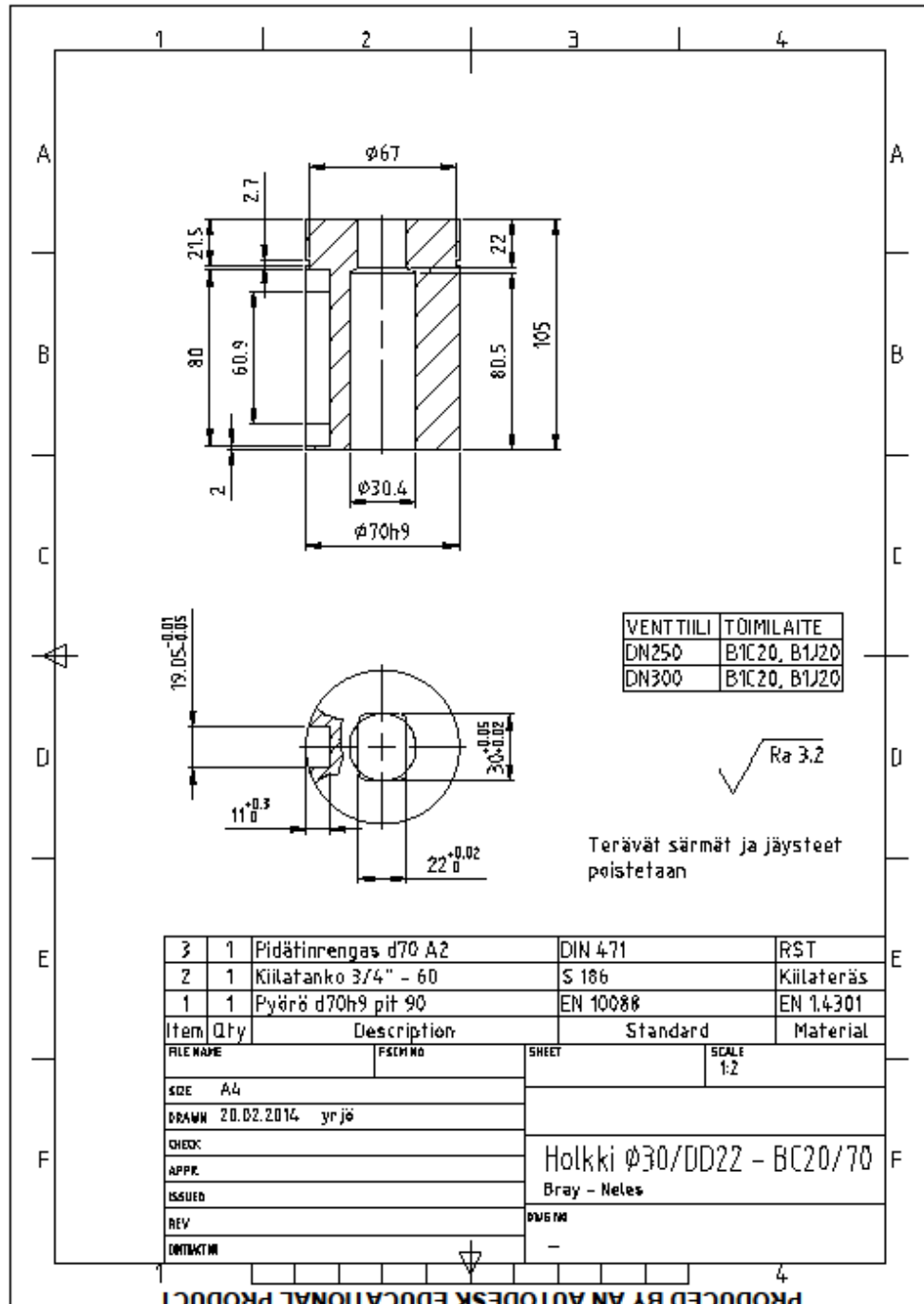
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

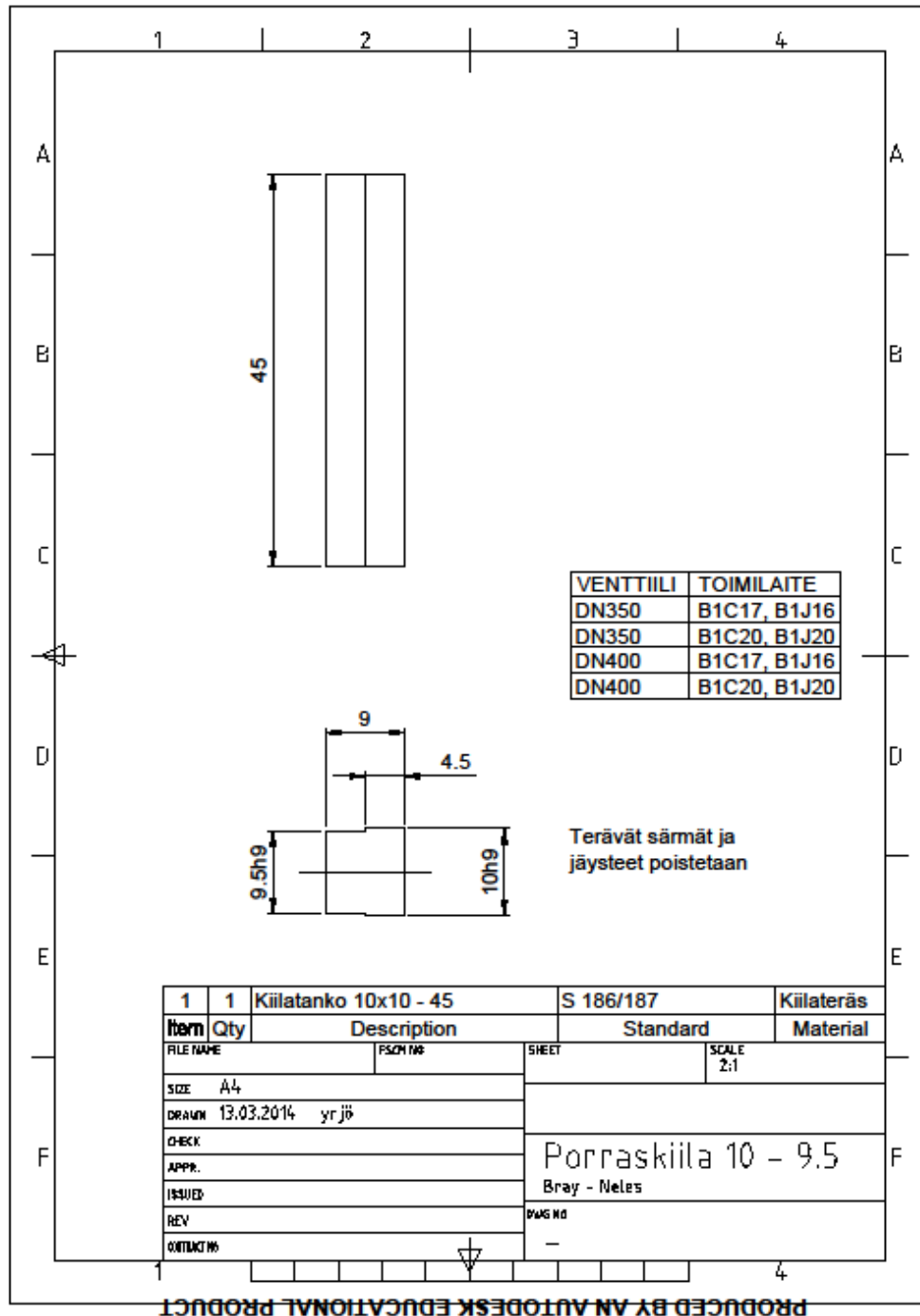


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

